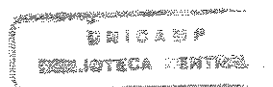


**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**“VARIÁVEIS RELACIONADAS AO CONFORTO  
TÉRMICO EM ÁREAS DE VEGETAÇÃO CILIAR”**

**Érika Lóis**

**Campinas, SP**  
**2001**



**UNICAMP**  
**BIBLIOTECA CENTRAL**  
**SEÇÃO CIRCULANTE**

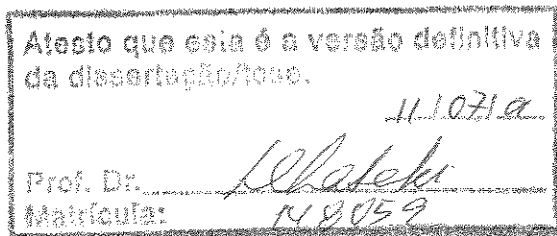
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**“VARIÁVEIS RELACIONADAS AO CONFORTO  
TÉRMICO EM ÁREAS DE VEGETAÇÃO CILIAR”**

**Érika Lóis**

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucila Chebel Labaki

Co- Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rozely Ferreira dos Santos



Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Saneamento e Ambiente.

Apoio: FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo nº 99/07217-6).

**Campinas, SP**  
**2001**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

L835v      Lóis, Érika  
Variáveis relacionadas ao conforto térmico em áreas de  
vegetação ciliar / Érika Lóis. --Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientadoras: Lucila Chebel Labaki, Rosely Ferreira dos  
Santos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Engenharia Civil.

1. Conforto térmico. 2. Mata ciliar. 3. Vegetação e clima.  
I. Labaki, Lucila Chebel. II. Santos, Rosely Ferreira dos. III.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia  
Civil. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**“VARIÁVEIS RELACIONADAS AO CONFORTO  
TÉRMICO EM ÁREAS DE VEGETAÇÃO CILIAR”**

**Érika Lóis**

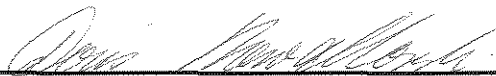
**Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:**



---

**Prof.ª Dr.ª Lucila Chebel Labaki**

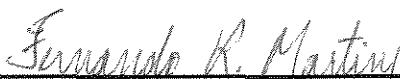
**Presidente e Orientadora/ Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP**



---

**Prof.ª Dr.ª Dóris C. C. K. Kowaltowski**

**Faculdade de Engenharia Civil - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP**



---

**Prof. Dr. Fernando Roberto Martins**

**Instituto de Biologia – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP**

**Campinas, 21 de maio de 2001**

## DEDICATÓRIA

*Para Camila, minha irmã especial e adorada.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucila Chebel Labaki pela orientação e atenção dispensada durante o desenvolvimento desta dissertação.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rozely Ferreira dos Santos pela co-orientação e contribuição na elaboração deste trabalho.

Ao técnico do Laboratório de Conforto Obadias Pereira da Silva Júnior, por sua grande amizade, apoio e colaboração na montagem dos equipamentos.

À FAPESP, pela concessão da bolsa de mestrado, assim como o financiamento dos equipamentos.

Ao meus amigos que de alguma forma contribuíram muito para que fosse alcançado este objetivo, Inês, André, Adeliza, Eglé, Geraldo, Sueli, Balbino, Paulo e Alexandre.

À minha família pelo apoio e presença nos momentos difíceis.

Ao Gustavo, pela paciência, compreensão, apoio e carinho.

## SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE ANEXOS.....	xv
RESUMO.....	xvii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 OBJETIVOS.....	05
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
3.1 Conforto térmico e variáveis envolvidas.....	07
3.2 Variáveis climáticas.....	12
3.2.1 Radiação solar.....	13
3.2.2 Perda de calor por radiação de onda longa.....	17
3.2.3 Temperatura.....	17
3.2.4 Umidade atmosférica.....	19
3.2.5 Condensação e precipitação.....	19
3.2.6 Movimento do ar.....	20
3.3 O clima urbano e o conforto térmico nas cidades.....	21
3.3.1 Índices de conforto térmico para espaços externos.....	29
3.4 A influência da vegetação no ambiente urbano.....	36
3.4.1 Arborização e radiação solar.....	38
3.4.2 Corpos d'água e vegetação ripária .....	43
4 MATERIAL E MÉTODO.....	47
4.1 Descrição da área de estudo.....	47

4.1.1 Clima de Campinas.....	48
4.1.2 A Mata Ribeirão Cachoeira.....	49
4.2 Desenho experimental.....	50
4.2.1 Locais de medição.....	51
4.2.1.1 Localização das diferentes estruturas na área de estudo.....	52
4.2.1.2 Diagrama de perfil e relevo.....	53
4.2.2 Equipamentos.....	54
4.2.2.1 Termômetros.....	55
4.2.2.2 Solarímetros.....	56
4.2.2.3 Anemômetros.....	58
4.2.3 Realização das medições.....	59
4.2.4 Método de tratamento dos resultados.....	60
4.2.4.1 Temperatura.....	60
4.2.4.2 Umidade relativa.....	60
4.2.4.3 Radiação solar.....	62
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
5.1 Caracterização das fisionomias vegetais amostrais .....	66
5.2 Comportamento das variáveis climáticas envolvidas.....	70
5.3 Caracterização do leito.....	83
5.4 Análise da temperatura da água.....	84
6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO.....	87
ANEXOS.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
ABSTRACT.....	125
APÊNDICE .....	127



## LISTA DE TABELAS

	página
TABELA 4.1 – Normais climatológicas mensais (período 1989 – 1999).....	49
TABELA 5.1 – Atenuação da radiação solar na estrutura A no período de inverno.....	70
TABELA 5.2 – Atenuação da radiação solar na estrutura A no período de verão.....	70
TABELA 5.3 – Atenuação da radiação solar na estrutura B no período de inverno.....	71
TABELA 5.4 – Atenuação da radiação solar na estrutura B no período de verão.....	71
TABELA 5.5 – Variação máxima da temperatura ambiente (°C) em relação à estrutura C.....	74
TABELA 5.6 – Variação máxima da temperatura de globo (°C) em relação à estrutura C.....	78
TABELA 5.7 – Variação máxima da umidade relativa em relação a estrutura C.....	80

## LISTA DE FIGURAS

	página
FIGURA 3.1 – Irradiância espectral padrão da NASA/ASTM, na distância média entre o Sol e a Terra, e constante solar de $1353 \text{ W/m}^2$ .....	14
FIGURA 3.2 – Posição da Terra em relação ao Sol, nos solstícios.....	15
FIGURA 3.3 – A porcentagens das diferentes interações da radiação solar.....	16
FIGURA 3.4 – Temperatura de conforto nas categorias espaciais.....	27
FIGURA 3.5 – Efeito do umedecimento do ar por uma área com vegetação.....	37
FIGURA 3.6 – Efeito da dosagem da radiação de onda longa pela vegetação.....	38
FIGURA 3.7 – Variação da transmissão de luz natural.....	39
FIGURA 4.1 – Município de Campinas.....	47
FIGURA 4.2 – Localização APA / Zona Ambiental.....	47
FIGURA 4.3 – Disposição e densidade da estrutura vegetal para classificação da estrutura arbórea.....	51
FIGURA 4.4 – Localização das diferentes estruturas analisadas.....	53
FIGURA 4.5 – Integrador, modelo DL2 da marca DELTA-T Devices.....	54
FIGURA 4.6 – Termômetro de globo e psicrômetro a ventilação natural.....	55
FIGURA 4.7 – Desenho esquemático de um solarímetro de tubo.....	56
FIGURA 4.8 – Solarímetro tubo, modelo TSL, da DELTA-T Devices.....	57
FIGURA 4.9 – Resposta espectral de um solarímetro de tubo.....	58
FIGURA 5.1 – Vista geral da vegetação na estrutura A.....	66
FIGURA 5.2 – Perfil e relevo da estrutura A.....	67
FIGURA 5.3 – Vista geral da vegetação na estrutura B.....	68

FIGURA 5.4 – Perfil e relevo da estrutura B.....	68
FIGURA 5.5 – Vista geral da vegetação na estrutura C.....	69
FIGURA 5.6 – Perfil e relevo da estrutura C.....	69
FIGURA 5.7 – Gráfico comparativo dos resultados de atenuação.....	72
FIGURA 5.8 – Variação da radiação solar nas diferentes estruturas vegetais.....	73
FIGURA 5.9 – Variação da temperatura ambiente nas diferentes estruturas vegetais.....	75
FIGURA 5.10 – Variação da temperatura ambiente dos pontos em relação à margem.....	76
FIGURA 5.11 – Variação da temperatura de globo nas diferentes estruturas vegetais.....	77
FIGURA 5.12 – Variação da temperatura de globo dos pontos em relação à margem.....	79
FIGURA 5.13 – Variação da umidade relativa nas diferentes estruturas vegetais.....	81
FIGURA 5.14 – Variação da umidade relativa dos pontos em relação à margem.....	82
FIGURA 5.15 – Perfil do leito nas diferentes estruturas.....	83
FIGURA 5.16 – Variação da temperatura da água nas diferentes estruturas envolvidas.....	85
FIGURA 5.17 – Variação da temperatura da água no centro e borda.....	86

## LISTA DE ANEXOS

	página
ANEXO A – Resultado da temperatura e velocidade do vento.....	91
ANEXO B – Resultado da umidade relativa.....	105
ANEXO C – Resultado da radiação solar.....	109

## **RESUMO**

**LÓIS, Érika. Variáveis Relacionadas ao Conforto Térmico em Áreas de Vegetação Ciliar.** Campinas, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Área de saneamento e Ambiente) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP.

Este projeto consiste em um estudo das variáveis climáticas relacionadas ao conforto térmico em três diferentes estruturas vegetais ao longo do Ribeirão Cachoeira, Distrito de Sousas, Município de Campinas, SP. Partindo da hipótese que a mata ripária é de grande influência no estabelecimento das condições adequadas de conforto térmico, neste estudo são selecionadas, quantificadas e analisadas as variáveis ambientais envolvidas no conforto térmico em ambientes externos. Assim, são levantados dados da atenuação da radiação solar, temperaturas ambiente e de globo, umidade relativa e velocidade do vento, em uma área de mata densa, outra degradada e em uma área de campo. Os resultados corroboram a importância da vegetação, em conjunto com os cursos d'água, em tornar o ambiente mais ameno, tanto em relação à temperatura quanto à umidade relativa, o que poderá mostrar grande influência no conforto térmico.

**Palavras Chaves:** conforto térmico; vegetação e clima; mata ciliar.

## 1 INTRODUÇÃO

Considerando-se que a preocupação com o bem-estar do homem deve ser um dos objetivos das pesquisas científicas são propostas neste estudo recomendações para atenuação do calor em excesso nas cidades através dos elementos da natureza, ou seja, da vegetação, estabelecendo condições adequadas de conforto.

É de conhecimento comum que a arborização adequada tem um papel de destaque no restabelecimento das condições naturais do meio urbano. Porém, a falta de informações sobre a qualidade e a quantidade de radiação solar incidente, atenuada pela vegetação, dificulta a sua utilização para esse fim. Informações como estas são necessárias para o planejamento de áreas verdes visando o restabelecimento dos microclimas urbanos, minimizando os efeitos da urbanização.

O aumento da temperatura dos centros urbanos, comparando-se às áreas rurais adjacentes, demonstra as alterações climáticas produzidas pelo ambiente construído, decorrentes das mudanças nas características térmicas da superfície. Essas alterações se refletem nas taxas de evaporação, nos novos padrões de circulação de ar, nas temperaturas ambientes. São provocadas pela presença e atividades do homem, pela falta de vegetação e pela própria configuração geométrica que estes centros vão adquirindo. Estes efeitos, em grande escala, podem causar desconforto e malefícios à saúde física e mental de seus habitantes.

Financiado pela FAPESP, o projeto *Conforto Térmico em Cidades: Efeito da arborização no Controle da Radiação Solar* (processo 96/1262-1) vem sendo desenvolvido desde 1997 pela física Lucila Chebel Labaki, orientadora desta dissertação, em parceria com a bióloga

Rozely Ferreira dos Santos, co-orientadora e especialista em planejamento ambiental, ambas docentes da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Este projeto teve como objetivo principal a construção de uma metodologia, envolvendo o estudo da atenuação da radiação solar através da vegetação, que pudesse subsidiar outros projetos semelhantes, bem como propor recomendações a planejadores em projetos de arborização urbana.

Trata-se de um projeto que propõe estudar arborização e clima urbano envolvendo três paisagens: a *paisagem 1*, com estruturas arbóreas constituídas das árvores isoladas ou parcialmente isoladas, inseridas no sistema de arborização urbana; a *paisagem 2*, com agrupamentos arbóreos formando as praças e áreas verdes de lazer e a *paisagem 3*, constituída de composições arbóreas ao longo dos cursos d'água, em diferentes estruturas.

Cada uma delas foi analisada tendo em vista o mesmo objetivo, o conforto térmico, considerando-se porém sua função diferenciada no espaço. Assim, a arborização de ruas destina-se principalmente a fornecer conforto térmico aos transeuntes e melhorar o desempenho térmico das edificações. As praças têm como objetivo oferecer um bem-estar integrado e homogêneo em toda a área e, conseqüentemente, oferecer um ambiente de maior conforto térmico a seus usuários. Ao longo dos cursos d'água, a preocupação maior é manter uma cobertura vegetal que permita, entre outras inúmeras funções, o equilíbrio térmico dessa área, juntamente com uma diminuição da temperatura da água. Dessa forma, o desenvolvimento do trabalho se deu por diferentes paisagens, cujo estudo tem sido levado a efeito por pós-graduandas da Faculdade de Engenharia Civil.

A Engenheira civil Carolina Lotufo Bueno Bartholomei terminou em meados de 1998 o mestrado envolvendo o estudo da *paisagem 1*. Neste estudo foram analisadas 5 espécies, tendo a *Sibipiruna (Caesalpinia peltophoroides)* apresentado uma maior atenuação, de 88,5%. Com os resultados pôde-se admitir que, num mesmo espaço, várias folhas pequenas como a dessa espécie acabam oferecendo uma área maior de exposição ao sol e conseqüentemente uma maior absorção da radiação, comparada com as árvores de folhas grandes. Novas espécies têm sido estudadas em seu programa de doutorado, pretendendo-se chegar a até quinze espécies com a elaboração de

recomendações para os tipos de árvore a serem utilizadas em arborização urbana tendo em vista o conforto térmico.

O trabalho com a *paisagem 2*, envolvendo conjuntos arbóreos de praças e bosques foi desenvolvido como tese de mestrado da arquiteta Larissa Fonseca de Castro. O trabalho enfocou o conforto térmico proporcionado por áreas verdes da região central de Campinas e mostrou que a atenuação da radiação solar chega a 99,06% num bosque antigo e denso e a 88,24% numa praça criada há poucos anos. Pôde-se observar que a área com maior densidade, variação de espécies e fenologia apresentava maior atenuação da radiação solar.

A *paisagem 3*, envolvendo o estudo relativo à vegetação ciliar é apresentada nesta dissertação. Trata-se de um estudo das variáveis climáticas, juntamente com a atenuação da radiação solar, que influenciarão na análise de conforto térmico. Este trabalho foi desenvolvido em diferentes estruturas vegetais ao longo do Ribeirão Cachoeira, Distrito de Sousas, Campinas, SP. Esta área apresenta um bom estado de conservação, com um percentual bastante representativo de cobertura florestal no município, vários estádios de sucessão e uma grande diversidade de espécies vegetais.

A opção por Campinas deveu-se ao fato de representar o clima de grande parte das sub-regiões do sudeste do Brasil. Assim, esses estudos poderão fornecer subsídios a várias outras cidades dessa região.



## **2 OBJETIVOS**

Partindo-se do princípio de que a vegetação arbórea exerce grande influência no estabelecimento das condições térmicas de um território, este trabalho tem como objetivo selecionar, quantificar e analisar as variáveis ambientais envolvidas no conforto térmico e avaliar a atenuação da radiação solar proporcionada pela vegetação ciliar em três diferentes estruturas: vegetação arbórea densa, rarefeita e uma área de campo.

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Conforto térmico e variáveis envolvidas**

O homem é um ser homeotérmico e para manter a temperatura de seu corpo constante, a produção interna de calor do organismo humano deve estar em equilíbrio com as perdas e ganhos de calor para o ambiente. A temperatura do corpo humano deve permanecer equilibrada e constante, em torno de 37°C. Para que isso aconteça, é preciso que todo o calor em excesso seja dissipado para o ambiente.

De acordo com ROMERO (1988), o ser humano possui dois mecanismos de regulação térmica que lhe permitem adaptar-se às variações dos elementos do clima: mecanismo fisiológico, como batidas cardíacas, suor, dilatação dos vasos, variações do fluxo sanguíneo, contração dos músculos, arrepios e ereção dos pêlos e mecanismo comportamental, como redução da capacidade de trabalho, prostração e sono.

No estabelecimento do equilíbrio térmico do ser humano com o meio, ocorrem diversos processos de trocas térmicas: troca por radiação e por convecção (calor sensível) e troca por evaporação (calor latente), de forma a manter constante a temperatura interna do corpo.

Segundo RUAS (1999), o conforto e balanço térmico do corpo humano estão relacionados, na medida em que a sensação de bem-estar térmico depende do grau de atuação do sistema termorregulador na manutenção do equilíbrio térmico. Isso significa que, quanto maior for o trabalho desse sistema para manter a temperatura interna do corpo, maior será a sensação de

desconforto. De acordo com o autor, as trocas entre o corpo humano e o ambiente podem ser representadas pela seguinte equação:

$$C_{\text{met}} + C_{\text{conv}} + C_{\text{rad}} - C_{\text{ev}} = \pm Q \quad (1)$$

Onde:

$C_{\text{met}}$  – Parcela da energia metabólica transformada em calor ( $\text{W/m}^2$ )

$C_{\text{conv}}$  – Calor trocado por convecção ( $\text{W/m}^2$ )

$C_{\text{rad}}$  – Calor trocado por radiação ( $\text{W/m}^2$ )

$C_{\text{ev}}$  – Calor perdido por evaporação do suor ( $\text{W/m}^2$ )

$Q$  – Calor total trocado pelo corpo ( $\text{W/m}^2$ )

Quando o valor de  $Q$  na equação acima for igual a zero, o corpo estará em equilíbrio térmico com o meio, ou seja, terá a sensação de conforto térmico.

LECHNER (1990) destaca que para produzir o conforto térmico precisamos entender não só os mecanismos de dissipação de calor do corpo humano como também os quatro fatores ambientais que permitem a perda de calor: a temperatura do ar, a umidade relativa, a velocidade do ar e a temperatura radiante média do meio.

Além dos fatores ambientais, fatores pessoais como vestimenta e atividade desenvolvida, vão influenciar no trabalho do sistema termorregulador, bem como na sensação de conforto térmico. Também temos que levar em conta outros fatores como a aclimação, idade, sexo, etc, que influenciam na sensação subjetiva de conforto térmico.

## **A) Fatores ambientais**

### **▪ Temperatura ambiente**

A remoção de calor da pele para o ambiente por convecção será maior quanto menor for a temperatura do ar. Em uma situação em que o ambiente cede calor para o corpo por convecção, quanto maior for a temperatura maior a atuação do sistema termorregulador. Já o processo de evaporação terá influência da umidade relativa e da velocidade do vento. A temperatura do ar também influi nesse processo mas dependem dos demais fatores (RUAS, 1999).

#### ▪ Temperatura radiante média

Para levar em conta o efeito da radiação, é estabelecido um parâmetro, a *temperatura radiante média*. “Trata-se da temperatura uniforme de um meio constituído por superfícies negras (absorvedores ideais), com o qual a pessoa, também admitida como corpo negro ideal, troca a mesma quantidade de calor por radiação que aquela trocada com o meio real” (LABAKI, 1995). Assim, quando um ambiente apresenta superfícies circundantes que não se encontram a uma mesma temperatura, pode haver desconforto, causado pela assim chamada assimetria de radiação.

Para cálculo da temperatura radiante média temos:

$$t_{rm} = t_g + kv^{1/2} (t_a - t_g) \quad (2)$$

Onde:

$t_{rm}$  = temperatura radiante média

$t_g$  = temperatura de globo<sup>1</sup>

$k$  = constante (0,24 – Sistema Internacional de Unidades)

$v$  = velocidade do ar

$t_a$  = temperatura ambiente

---

<sup>1</sup> A *temperatura de globo* é medida pelo termômetro de globo, que consiste de uma esfera oca, em geral com 15cm de diâmetro, pintado de preto fosco, em cujo interior é colocado um sensor de temperatura. Essa esfera atua como absorvedor praticamente ideal de radiação

- **Velocidade do ar**

É necessário conhecer a temperatura e a umidade relativa do ar, para se analisar a capacidade de contribuição da ventilação na remoção de calor do corpo humano. Para a condição de ar não saturado e com temperatura inferior à da pele, quando a ventilação aumenta, pode-se afirmar que: o processo de evaporação aumenta, porque a umidade do corpo é retirada mais rapidamente e o processo de convecção também aumenta, pois a velocidade de troca do ar que rodeia o corpo é maior.

- **Umidade relativa**

A baixa umidade relativa permite que o ar, relativamente seco, absorva a umidade da pele rapidamente e, com isso, promova também de forma rápida a remoção de calor do corpo. A umidade relativa alta dificulta este processo.

A umidade relativa varia com a temperatura do ar para uma mesma umidade absoluta, sendo maior com temperaturas menores. Do ponto de vista do conforto, a umidade pode ser maior no inverno do que no verão, pois temperatura e umidade elevadas dificultam a evaporação do suor, que é um dos processos através dos quais o organismo perde calor para o ambiente.

## **B) Fatores pessoais**

- **Vestimenta**

A roupa é um elemento que dificulta a remoção de calor do corpo. Atua como obstáculo ao movimento do ar junto à pele, diminuindo as trocas térmica por convecção. O grau de evaporação do suor varia conforme a permeabilidade da roupa. A interferência da vestimenta na troca térmica por radiação depende principalmente da emissividade e absorvância de radiação da roupa e do comprimento de onda da radiação. Para a radiação de onda longa, a emissividade é igual a absorvância. Já para a radiação solar, de onda curta, a absorvância depende da pigmentação da pele e da cor da roupa, sendo maior para tonalidades mais escuras (RUAS, 1999).

#### ▪ **Atividade**

A atividade desenvolvida pela pessoa é determinante da taxa de produção de calor metabólico, a qual afetará em maior ou menor grau o equilíbrio térmico do corpo humano com o ambiente. A produção de calor aumenta com o esforço físico executado.

#### **C) Outros fatores**

Além dos fatores ambientais e pessoais, existem outros fatores, dificilmente quantificáveis, que influenciam no conforto térmico.

A aclimação, ou seja, o processo em que o corpo humano se adapta a uma mudança de estação, pode ser de até trinta dias. Com um tempo maior, poderá chegar a preferir as novas condições climáticas às quais já se adaptou.

O metabolismo das pessoas mais idosas e das mulheres é inferior quando comparado aos jovens e aos homens. Por isso geralmente sentem-se melhor a temperaturas um pouco mais altas.

Outros fatores que podem influir individualmente na sensação de conforto são a forma do corpo, isto é, a relação superfície/volume, o estado de saúde, etc.

### **3.2 Variáveis climáticas**

De acordo com GIVONI (1981), o clima de uma dada região é determinado pelo padrão das variações dos vários elementos e suas combinações, destacando-se que os principais elementos climáticos que devem ser considerados para estudo do conforto térmico são: a radiação solar, a perda por radiação de onda longa, temperatura do ar, umidade, ventos e precipitações.

Segundo MASCARÓ (1996), a informação climática deve ser considerada em três níveis: macroclima, mesoclima e microclima. “Os dados macroclimáticos são obtidos nas estações meteorológicas e descrevem o clima geral de uma região, dando detalhes de insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade e ventos. Os dados mesoclimáticos, nem sempre de fácil obtenção, informam as modificações do macroclima provocadas pela topografia local como vales, montanhas, grandes massas de água, vegetação ou tipo de coberturas de terreno como, por exemplo, salitreiras. No microclima são levados em consideração os efeitos das ações humanas sobre o entorno, assim como a influência que estas modificações exercem sobre a ambiência dos edifícios”.

Dentre as variáveis que influenciam no clima de uma determinada região, serão descritas as que interferem no macroclima e sua influência no desempenho térmico de um determinado espaço.

### 3.2.1 Radiação solar

O sol fornece a totalidade de energia necessária à vida na superfície da Terra. A energia emitida pelo sol na unidade de tempo é denominada de radiação solar. Essa energia é irradiada através do espaço sob a forma de ondas eletromagnéticas que se propagam a uma velocidade de 300.000km/s.

O espectro solar é constituído por um intervalo de diferentes comprimentos de onda, de 290 a 2300nm, dividido, segundo KOENIGSBERGER et alli (1977), em três regiões de acordo com os meios humanos de percepção:

a. *radiação ultravioleta*, de 290 a 380 nm: não pode ser vista, produz efeito fotoquímico, branqueamento, queimaduras solares, etc, e é absorvida pela camada de ozônio.

b. *luz visível*, de 380 (violeta) a 700 nm (vermelho): atravessa a atmosfera e para a qual o olho humano é sensível.

c. *radiação infravermelha próxima*, de 700 a 2300 nm: calor radiante com algum efeito fotoquímico.

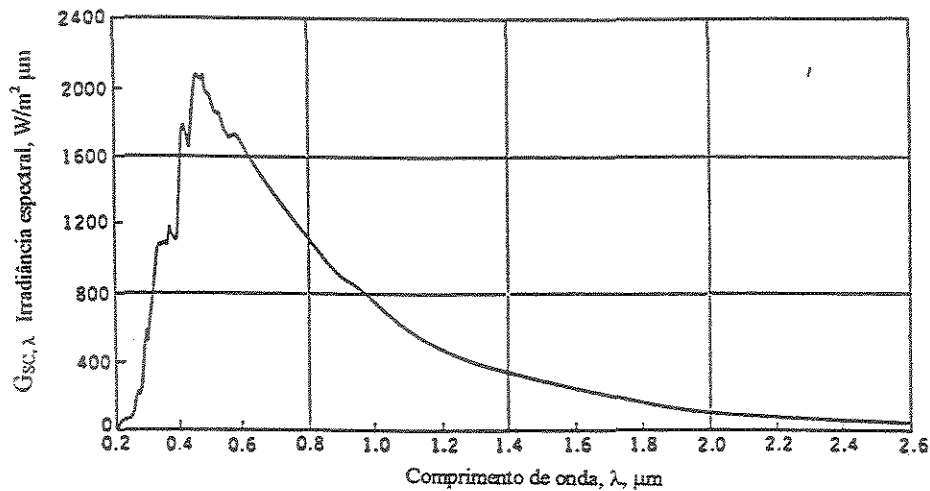
Observa-se na figura 3.1 que a máxima intensidade de radiação solar ocorre na região do visível, porém, mais da metade de toda radiação emitida está no infravermelho.

Segundo BARDOU & ARZOUMANIAN (1984), a radiação recebida pela superfície terrestre é composta, aproximadamente por 3% de radiação ultravioleta, 44% de radiação visível e 53% de infravermelho.

A energia incidente no topo da atmosfera, varia em torno de um valor médio, conforme a latitude do local e o período do dia, de acordo com a distância entre a Terra e o Sol, devido à



excentricidade da órbita terrestre. De acordo com DUFFIE & BECKMAN (1980), esse valor médio é de  $1353 \text{ W/m}^2$ , conhecido como *constante solar*<sup>2</sup>.



**Figura 3.1– Irradiância espectral padrão da NASA/ASTM, na distância média entre o sol e a Terra e constante solar de  $1353 \text{ W/m}^2$**   
**Fonte: DUFFIE & BECKMAN, 1980:5**

Essa radiação solar também varia conforme a época do ano, devido ao eixo de rotação da Terra ser inclinado de aproximadamente  $23^\circ 30'$  em relação ao seu plano de translação ao redor do Sol (plano da eclíptica). No dia 21 de junho, o Sol atinge perpendicularmente o Trópico de Câncer e a intensidade dos raios solares tem seu máximo no Hemisfério Norte. Já no dia 22 de dezembro, a perpendicularidade da radiação é sobre o Trópico de Capricórnio e a máxima intensidade da energia solar ocorre no Hemisfério Sul (GIVONI, 1981). Esses dois dias recebem o nome de solstícios (fig. 3.2). No Brasil, o solstício de verão acontece no dia 22 de dezembro e o de inverno no dia de 21 de junho.

<sup>2</sup> Definida como a energia total recebida do Sol, por unidade de tempo, por unidade de área de uma superfície perpendicular à direção de propagação da radiação, situada fora da atmosfera terrestre, supondo-se uma distância média entre a Terra e o Sol.

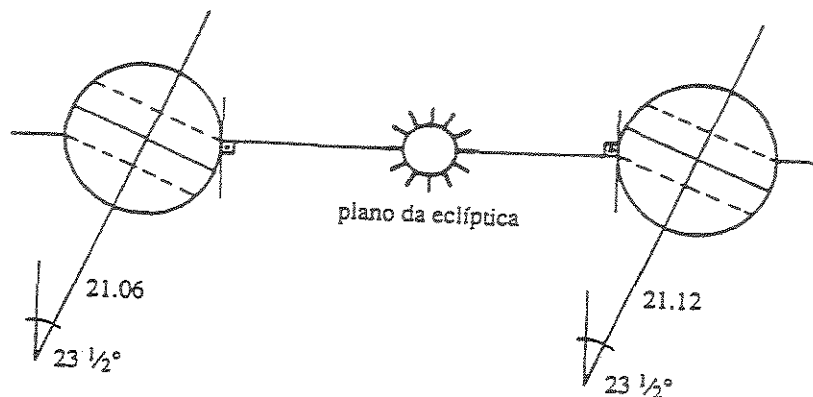
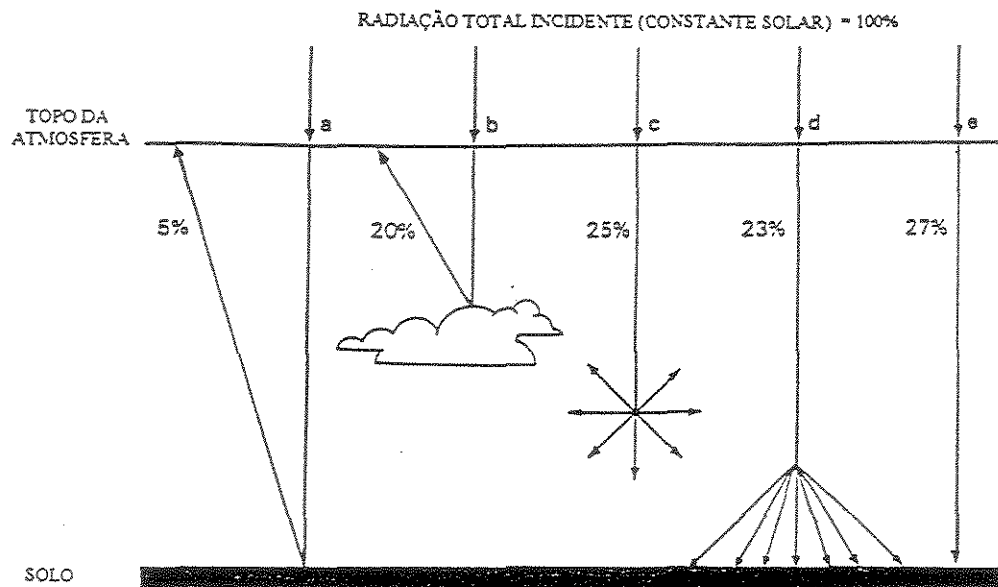


Figura 3.2 – Posição da Terra em relação ao Sol, nos solstícios  
 Fonte: FROTA & SCHIFFER, 1999:55

À medida que a radiação penetra na atmosfera terrestre, sua intensidade diminui devido aos efeitos de absorção, reflexão, refração e difusão dos raios solares pelos diversos componentes do ar. A distribuição espectral da energia também é alterada, uma vez que a absorção da radiação na atmosfera é seletiva para diferentes comprimentos de onda. A radiação ultravioleta é absorvida pelo ozônio, ao passo que a infravermelha é absorvida pelo vapor de água e dióxido de carbono. A reflexão da radiação, predominante nas gotículas de água, independe do comprimento de onda. Já a refração e a difusão são seletivas, dependendo das dimensões das partículas, tendo lugar quando as dimensões das mesmas são da ordem de grandeza do comprimento de onda. É a difusão da radiação que permite a iluminação diurna na ausência de luz solar direta.

Segundo KOENIGSBERGER et alli (1977), as porcentagens estimadas dos vários fenômenos ocorridos quando a radiação total incidente entra na atmosfera são: 5% da radiação refletida no solo, 20% refletida pelas nuvens, 25% absorvida na atmosfera, 23% difusa no solo e 27% absorvida pelo mesmo (fig. 3.3).



**Figura 3.3 – As porcentagens das diferentes interações da radiação solar**  
 Fonte: KOENIGSBERGER et alli, 1977:24

Segundo GIVONI (1981), a quantidade de energia solar que atinge a Terra depende também da claridade do céu com relação às nuvens e da pureza do ar com relação à poeira, dióxido de carbono e vapor d'água.

A superfície da Terra reflete uma parte da radiação de volta para o espaço de acordo com os diferentes valores de albedo (relação da radiação refletida com a radiação incidente na superfície). Geralmente superfícies secas ou de cores claras refletem mais radiação do que superfícies úmidas.

### 3.2.2 Perda de calor por radiação de onda longa

De acordo com ROMERO (1988) os raios solares, ou radiação de onda curta, atravessam a atmosfera sem provocar grande aquecimento. Em compensação aquecem a superfície terrestre, que por sua vez emite radiação de onda longa, para a atmosfera e o espaço exterior.

A diferença entre a quantidade de radiação que chega à superfície da terra e a emitida de volta para a atmosfera é a perda de calor por radiação de onda longa (GIVONI, 1981). É esta perda que vai equilibrar o calor ganho pela radiação incidente. Esta radiação de onda longa emitida para o ambiente é um processo contínuo, independente da hora do dia ou da noite.

A perda de calor varia de acordo com a quantidade e composição dos gases presentes na atmosfera, sendo que o vapor d'água é o principal fator de absorção. Assim, quando o céu está nublado, esta perda é muito baixa uma vez que as partículas de água das nuvens absorvem a radiação de onda longa emitida pela terra.

### 3.2.3 Temperatura

O fator determinante da temperatura do ar é a quantidade de radiação solar recebida na superfície terrestre variando de acordo com a latitude local. O solo absorve a radiação, sendo aquecido e assim transmitindo calor por condução para a camada de ar mais próxima. Esse calor é transferido para as camadas mais altas por convecção, pois o ar aquecido torna-se menos denso. Movimentos do ar devidos a turbulências também ocasionam a transferência de calor por convecção, e o conseqüente aquecimento do ar. O processo se inverte à noite e durante o inverno. O solo se resfria, devido à emissão de radiação de onda longa para o céu. O fluxo de calor então se inverte e o ar em contato com o solo é também resfriado.

Outro fator que afeta a temperatura do ar é a altitude. “Ao aumentar a altura, o ar está menos carregado de partículas sólidas e líquidas, e são justamente estas partículas que absorvem as radiações solares e as difundem aumentando a temperatura do ar” (ROMERO, 1988).

Um importante fator que afeta as variações das temperaturas superficiais é o conteúdo de água dos materiais. “O material úmido tem uma maior capacidade de dissipar o calor através da

evaporação da água, ao mesmo tempo que a água evaporada tende a reduzir a quantidade de energia solar recebida” (SPURR & BARNES, 1980).

Assim, a relação entre massas de terra e água também interfere no clima de uma região, pela variação de temperatura. Grandes porções de terra produzem variações maiores nas temperaturas do que grandes porções de água. Isto ocorre pela diferença de calor específico dos dois tipos de materiais. Sendo assim, as superfícies terrestres são mais quentes no verão e mais frias no inverno do que as aquáticas na mesma latitude. Conseqüentemente, a temperatura média do ar sobre superfícies terrestres é mais alta no verão e mais baixa no inverno do que sobre superfícies aquáticas.

De acordo com GIVONI (1981), outros fatores, além dos citados, interferem na temperatura de um determinado local. A topografia exerce grande influência. O ar frio tende a se concentrar em áreas baixas, tais como vales, onde a temperatura pode ser muitos graus mais baixa que em níveis mais altos. Outro fator é com relação à diferença de pressão sobre a terra, causando migrações das massas de ar, alterando as condições prevalecentes.

### **3.2.4 Umidade atmosférica**

A umidade atmosférica pode ser definida como o conteúdo de vapor de água presente na atmosfera, devido a processos de evaporação que ocorrem principalmente nas superfícies aquáticas, de oceanos, lagos, etc., em áreas de vegetação e em áreas úmidas.

A umidade existente no ar é expressa pela umidade absoluta, ou seja, a quantidade de vapor d'água em uma unidade de massa ou de volume de ar seco ( $\text{g/kg}$  ou  $\text{g/m}^3$ ). A umidade relativa é dada pela relação entre a pressão parcial de vapor d'água e a pressão de saturação de vapor à mesma temperatura, expressa em porcentagem. Quando a pressão parcial for igual à

pressão de vapor à temperatura dada, diz-se que a umidade relativa é de 100% e o ar está saturado. A temperatura para a qual o ar se satura é denominada de ponto de orvalho.

De acordo com GIVONI (1981), a capacidade do ar de absorver vapor d'água aumenta progressivamente com a temperatura. Por isso a distribuição de vapor sobre a terra é maior na região do equador e vai diminuindo quando se aproxima dos pólos. É também maior no verão do que no inverno.

### **3.2.5 Condensação e precipitação**

Uma superfície úmida transforma parte da água em vapor, o qual sobe pela atmosfera indo formar as nuvens. Quando as condições de pressão ou temperatura são alteradas, o vapor d'água dessas nuvens pode se condensar, formando gotas que se precipitam no solo.

Nas cidades ocorre uma concentração de poluentes que vão agir como núcleos de condensação. Também o aumento de vapor d'água pelos processos de combustão, a convecção térmica e a turbulência do ar são fatores determinantes no aumento da incidência de chuvas.

### **3.2.6 Movimento do ar**

Trata-se de correntes de convecção na atmosfera, provocadas por diferença de pressão e de temperatura na própria atmosfera. Relacionam-se com a distribuição global e sazonal da pressão atmosférica, com as forças devidas ao movimento de rotação da terra (força de Coriolis), com as variações diárias de temperatura, devido ao aquecimento e resfriamento de terras e mares, e com a topografia da região.

Do ponto de vista do desenho urbano e do conforto térmico, são importantes os ventos locais, que se originam das diferenças de temperaturas devido a diferenças de altitude, presença de terra e água, etc.

De acordo com BERNATZKY (1982), a diferença de temperatura (mais elevada no centro da cidade do que na periferia) causa uma circulação atmosférica urbana característica: o ar quente eleva-se no centro da cidade durante a noite (emissão de calor armazenado durante o dia), enquanto o ar frio, da periferia, desce em direção ao solo e dirige-se para o centro, levando partículas e gases produzidos nas indústrias e mantidos em suspensão pela turbulência. Na área central, principalmente se houver grande concentração de edifícios, pouco vento e vegetação escassa, o ar aquecido perde a sua turbulência deixando depositar poluentes.

### 3.3 O clima urbano e o conforto térmico nas cidades

Com o surgimento da industrialização em grande escala, houve um significativo fluxo de pessoas para as cidades, na esperança de melhores condições de vida. Devido à grande concentração de populações humanas e atividades, a paisagem criada alterou de forma significativa a atmosfera desses locais. Assim a interferência humana nos sistemas naturais, intensificando o processo de urbanização, tem como uma de suas diversas consequências a alteração das características climáticas do ambiente.

“O clima das cidades tem se modificado ao longo dos anos e os seres humanos sentem física e psicologicamente essas alterações. O surgimento de várias doenças ligadas ao aparelho respiratório, aos olhos e ainda o desconforto térmico nos centros urbanos são, de certa forma, o preço que o homem está pagando pelo desenvolvimento desordenado, caracterizado pela total falta de respeito às condições naturais do meio” (BUENO, LABAKI & SANTOS, 1997).

Sob esta perspectiva, a cidade apresenta um novo meio adaptado a necessidades específicas da espécie humana. As propriedades meteorológicas do ar dentro e imediatamente acima das áreas urbanas ficam profundamente modificadas criando um distinto tipo climático, o *clima urbano*.

Conforme LABAKI & SANTOS (1996), “essa alteração no clima, decorrente das mudanças nas características térmicas das superfícies, nas taxas de evaporação e novos padrões de circulação do ar, tem como efeito denunciador o surgimento das assim chamadas ilhas de calor, traduzido pelo aumento de temperatura de uma cidade em relação aos seus arredores, podendo atingir diferenças de cerca de 10°C entre o centro urbano e o seu entorno rural. Esse fenômeno tem sido identificado em diversas cidades, por métodos e técnicas diferenciadas e em várias escalas de trabalho”.

Segundo BERNATZKY (1982), as ilhas de calor são resultado das massas de edifícios, (horizontais e verticais), da absorção de calor pela pavimentação e materiais de construções, da



redução da velocidade do vento pela configuração das construções, da poluição (que reduz a perda de radiação de onda longa pelas superfícies, causando aquecimento atmosférico), da drenagem de grande parte das precipitações (evitando a penetração da água no solo) e da redução do consumo de energia resultante do processo de evaporação pela falta de vegetação.

Diversas formas de qualificação e quantificação das alterações climáticas nas áreas urbanas são encontradas na literatura (LOMBARDO, 1985; PARK, 1987 *apud* NAKAGAWA, 1996; ASSIS, 1991; ADEBAYO, 1991; KATZSCHNER, 2000; ASSIS, 2000), em particular sobre os efeitos da radiação solar no aquecimento das superfícies e a influência do fator de visão do céu na distribuição da mesma. Muitos argumentam (LOMBARDO 1988; HASENACK & BECKE, 1991; YAMADA et alli, 1992 e MIKAMI, 1994 *apud* NAKAGAWA, 1996; TAHA, 1997) que a vegetação e superfícies úmidas (áreas com alto potencial de transpiração) podem desempenhar um importante papel na melhoria das condições ambientais das cidades e, conseqüente melhoria das condições de vida nos centros urbanos. Porém a falta de planejamento urbano como um todo e a falta de planejamento em arborização urbana em geral, dificultam a utilização para este fim.

LOMBARDO (1985), em seus estudos sobre a cidade de São Paulo, comprovou que existe uma estreita relação entre os tipos de uso do solo urbano e a variação das temperaturas superficiais. Altas temperaturas são verificadas em áreas com crescimento vertical intenso, altas densidades demográficas e pouca quantidade de vegetação, principalmente nos setores industriais e residenciais. Por outro lado, as regiões que possuem uma maior concentração de espaços livres, com vegetação ou próximos a reservatórios de água, sofrem acentuados declínios de temperaturas. Como explicação, a autora cita que as massas de água interferem no balanço de energia devido à sua alta capacidade calorífica e pelo consumo de calor latente pela evaporação. Além disso, uma maior quantidade de vegetação também muda o balanço de energia do local, já que as plantas absorvem a radiação solar através dos processos de fotossíntese e transpiração.

PARK (1987, citado por NAKAGAWA; 1996) analisou dados de vinte cidades japonesas, e observou que o aumento da população, a redução do fator de visão do céu e o aumento da impermeabilização urbana provocavam o incremento da intensidade da ilha de calor.

Em outro estudo realizado por LOMBARDO (1988), foram analisadas as variações de temperatura relacionando-as com os padrões de uso do solo urbano. Essa análise mostrou que a ilha de calor formada "... segue o modelo clássico em forma de domo, onde o maior gradiente horizontal de temperatura ocorre no centro da cidade". Através de um levantamento de campo sobre o uso do solo, constatou-se que as altas temperaturas ocorrem nas áreas onde existem grandes concentrações de edificações e pouca cobertura vegetal, chegando a diferenças superiores a 10°C entre o centro e a área rural. Ressalta que para melhoria do conforto térmico e, conseqüentemente, da qualidade de vida dos habitantes é preciso um replanejamento do uso do solo e a introdução de vegetação, nas áreas mais densamente ocupadas pelas construções.

ASSIS (1991) desenvolveu um estudo para verificação do comportamento da ilha de calor em Belo Horizonte (MG), nos períodos de inverno e verão (considerados mais críticos), através de dados climáticos como temperatura, umidade relativa, velocidade e direção dos ventos e insolação, disponíveis nas estações meteorológicas locais. Foi observada a evolução da temperatura em função da densidade e do tipo de ocupação (maior na ocupação horizontal que na vertical), além das propriedades térmicas das superfícies, que produzirão diretamente a variação da temperatura.

Em seu estudo sobre ilhas de calor nos trópicos úmidos, desenvolvido na cidade de Idaban, Nigéria, ADEBAYO (1991) verificou a relação existente entre a ilha de calor e a diferença de potencial de evaporação entre as áreas urbana e rural. Observou-se que a temperatura do centro na área urbana tendia a ficar mais alta que na área rural do entorno durante à tarde e não durante a manhã, devido ao potencial de evaporação ser maior no período da tarde. Também se verificou que em períodos de chuva, devido à turbulência da atmosfera e à cobertura de nuvens, a diferença de temperatura do centro urbano com relação à área rural é bem menor.

O método de medidas móveis de temperaturas foi utilizado por HASENACK & BECKE (1991), para avaliação da distribuição noturna das mesmas, na cidade de Porto Alegre (RS). Os resultados dessas medições mostraram a formação de ilhas de calor por toda a cidade, sendo que a principal coincide com as áreas mais pobres em vegetação e/ou de mais intensidade de urbanização. Um fato muito interessante, também descrito pelos autores, foi a presença de “Ilhas de Frio” nas áreas onde a concentração de vegetação era mais intensa, pois as temperaturas nesses locais eram inferiores àquelas observadas no seu entorno.

Os efeitos da vegetação e da água têm sido pesquisados nas cidades de Tóquio (MIKAMI, 1994, citado por NAKAGAWA; 1996) e Nagano (YAMADA et alli, 1992, citados também pelo mesmo autor). Nestes estudos observou-se que as áreas com vegetação criam “ilhas de frio”, mas têm comportamentos térmicos diferentes: áreas gramadas produzem fracas “ilhas de frio” durante o dia e fortes durante a noite, enquanto nas áreas florestadas o fenômeno tem forte intensidade durante todo o dia. No comportamento térmico de áreas próximas aos cursos d’água também verificou-se seu efeito de resfriamento. Assim, NAKAGAWA (1996) levantou a possibilidade de controlar a qualidade do clima urbano através, basicamente, de três elementos do planejamento e projeto: arranjo dos edifícios, áreas verdes urbanas e corpos d’água.

Segundo TAHA (1997) “as causas e efeitos do clima urbano e ilhas de calor são diversos e suas interações complexas”. O autor estuda três fatores de relevância direta para as ilhas de calor que são o albedo da superfície, a evapotranspiração da vegetação e o calor produzido pelo homem de fontes móveis e estacionárias. O albedo alto reduz o total de radiação solar absorvido, resfriando superfícies. A evapotranspiração dos sistemas de vegetação é outro eficiente moderador do clima próximo à superfície. O calor produzidos pelas atividades do homem afeta a temperatura do ar próximo à superfície e potencializa a criação das ilhas de calor.

KATZSCHNER (2000) realizou um estudo baseado no mapa climático urbano onde desenvolveu um padrão de conforto térmico para a cidade de Kassel, localizada no centro da Alemanha, utilizando para a avaliação bioclimática a equação de balanço de calor e o índice térmico da temperatura equivalente. Como parâmetros foram levantados a temperatura do ar, a

velocidade do vento, a radiação solar e a umidade. Baseado no padrão térmico, a dinâmica do uso da terra, topografia, percentual de vegetação, altura efetiva dos edifícios e rugosidade foram combinados. A estrutura formada mostra que situações de ilha de calor combinadas com uma boa ventilação não levam a problemas de estresse térmico e poluição do ar, enquanto que a velocidade do vento reduzida em áreas densamente edificadas com alta incidência de radiação cria uma situação de desconforto.

ASSIS (2000) aplicou um método de simulação física em modelo reduzido de áreas urbanas que tivesse boa capacidade de representar o fenômeno de trocas térmicas ligadas à ocorrência da ilha de calor. Tendo como estudo de caso a cidade de Belo Horizonte, MG, partiu-se da hipótese que, em uma situação de clima continental com baixa velocidade de vento regional durante o ano, o principal termo do balanço energético urbano seria o da troca por radiação e, neste caso, a variável relacionada, do ponto de vista da estrutura urbana, seria a geometria, descrita pelo fator de visão do céu e pela razão entre a altura e distância dos edifícios. Como resultado observou-se que obstruções da abóbada celeste da ordem de 40% (fator de visão de céu de cerca de 60%) já são suficientes para causar o efeito da ilha de calor e que, neste caso, o limite para os ângulos de altura que definem o envelope solar é da ordem de 45°, para Belo Horizonte.

A arquitetura e o desenho urbano devem buscar definir as condições ambientais que melhor satisfaçam às exigências de conforto térmico do homem, transformando-se em um mediador entre o clima externo e o ambiente do tecido urbano, alterando os fluxos de calor e proporcionando a sensação de bem estar a seus ocupantes.

O sucesso ou o fracasso dos espaços públicos urbanos tem muito a ver com o conforto. Existem outras exigências igualmente importantes para os projetistas, tanto funcionais como estéticas, mas se um lugar é desconfortável, as outras considerações passam a ser de importância secundária. A sensação de desconforto vai ser predominante para os usuários.

As pesquisas sobre conforto térmico em ambientes externos, quando comparadas com aquelas em ambientes internos, são mais complexas uma vez que envolvem uma maior variação

das condições climáticas. Estudos sobre conforto térmico em espaços externos (GIVONI, 1962, *apud* GIVONI, 1981; MORGAN & BASKETT, 1974; HUMPHREYS, 1975 *apud* AROZTEGUI, 1995; JENDRITZKY & NÜBLER, 1981; HÖPPE, 1984 *apud* MAYER & HÖPPE, 1987; GIVONI & NOGUCHI, 1997; AHMED, 2000; FORWOOD, TADEPALLI & HAYMAN, 2000; NIKOLOPOULOU & STEEMERS, 2000) levam em consideração a taxa de metabolismo, a vestimenta e a radiação solar. Também apontam para as respostas fisiológicas aos efeitos combinados entre os fatores climáticos e a atividade, e particularmente a reação às taxas de sudação, além da inclusão dos fatores psicológicos na complexidade da análise. Muitos destes estudos estão baseados no modelo de Fanger (apêndice A).

De acordo com AHMED (2000) estas pesquisas têm demonstrado que a temperatura de globo apresenta uma maior correlação com os julgamentos de conforto, apresentando um valor maior que a temperatura do ar durante o dia a céu aberto. O autor realizou investigações em Dhaka, capital de Bangladesh, uma cidade dos trópicos úmidos, em três paisagens diferentes em categorias espaciais diversas (A,B,C,D,E, e F). Baseado em Fanger foi obtido o voto médio das pessoas e comparado com dados ambientais de umidade relativa, temperatura ambiente e de globo. Como resultado (fig. 3.4) percebeu-se que uma mesma categoria espacial pode não produzir um mesmo ambiente térmico e não são consideradas confortáveis no mesmo período do dia. Com essas comparações seria possível desenvolver zonas de conforto, considerando um tipo de vestimenta e uma determinada atividade para as diferentes paisagens e categorias.

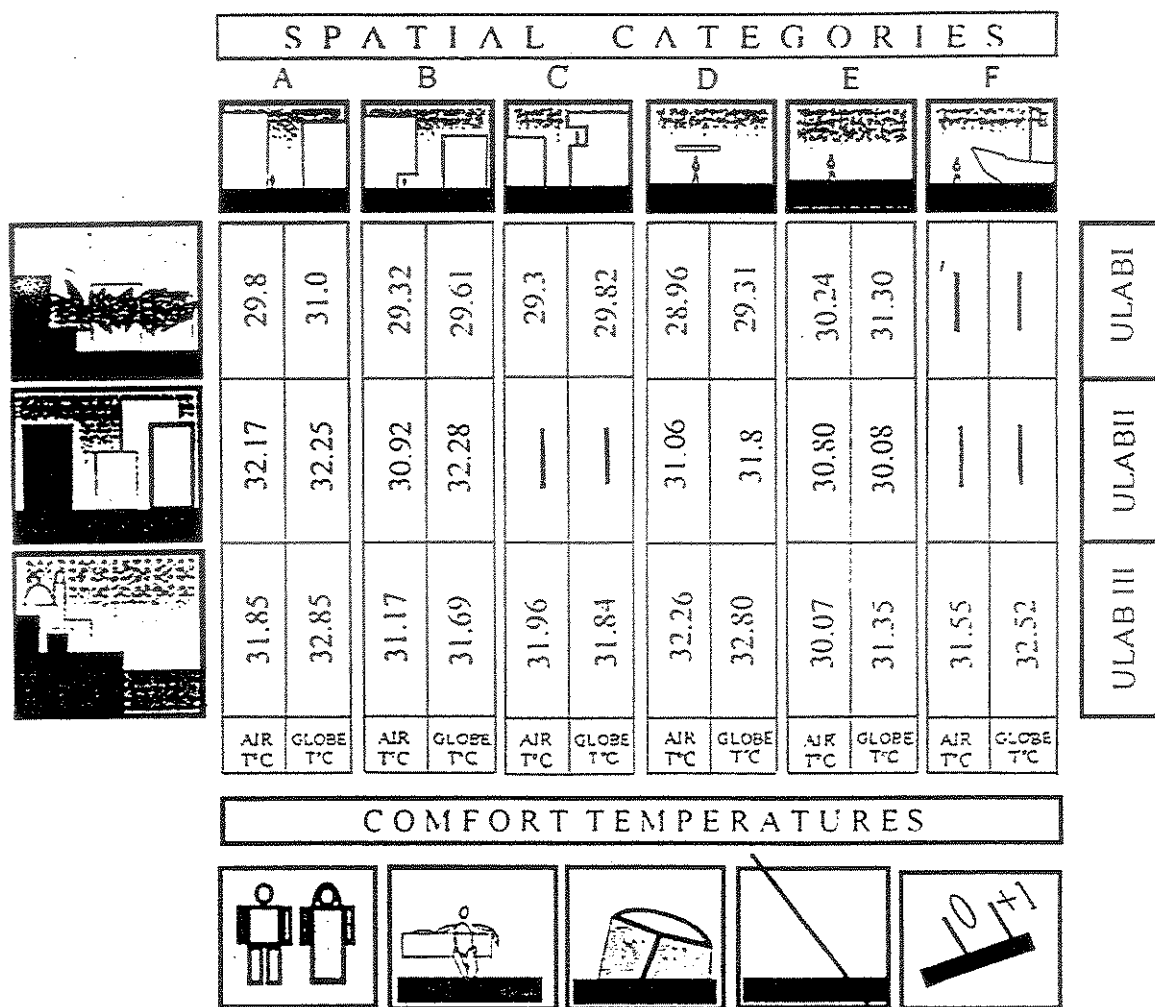


Figura 3.4 – Temperatura de conforto nas categorias espaciais  
(70%UR e sem movimento do ar)  
Fonte: AHMED, 2000:574

Também visando a investigação de conforto nos espaços urbanos, FORWOOD, TADEPALLI & HAYMAN (2000), realizaram um trabalho experimental em quatro espaços abertos, no centro comercial da cidade de Sydney, Austrália. O estudo consistia de entrevistas sobre o estado, comportamento, sensação térmica, preferências, etc., das pessoas que freqüentavam estes lugares. Foi acompanhado de um levantamento de dados de temperatura do ar, de globo, umidade relativa e velocidade do vento. Pode-se observar que estas pessoas acreditavam

que o desconforto fazia parte das atividades em áreas externas, uma vez que consideraram confortáveis condições de 15°C a 34°C de temperatura a uma velocidade do vento de 1m/s. Observou-se também que para alterar uma situação de desconforto estas pessoas optavam pela mudança de vestimenta e, como segunda opção, pela mudança de lugar. A razão para o local estar sendo usado em uma situação de desconforto seria explicado pelas expectativas, preferências, aceitabilidades, ou seja, fatores fora da análise térmica.

Em NIKOLOPOULOU & STEEMERS (2000) foi detectada a importância dos fatores de adaptação fisiológica nas análises de conforto. Este estudo concentrou-se nos dados de adaptação fisiológica como: naturalidade, expectativa, experiência, tempo de exposição, controle e estimulação ambiental, apresentando uma análise de cada um destes parâmetros, com a forma com que podem influenciar uma análise de conforto em um espaço aberto. Foi feita uma investigação do conforto térmico no contexto urbano através de entrevistas em quatro lugares diferentes no centro de Cambridge, em diferentes períodos do ano. A avaliação de conforto foi feita comparando parâmetros ambientais registrados – temperatura ambiente, de globo, velocidade do ar e umidade – juntamente com dados subjetivos obtidos através de questionários e entrevistas. Neste trabalho, para cálculo do voto médio estimado e as porcentagens de insatisfeitos foi utilizado o modelo de Fanger. Revelou-se que os parâmetros de microclima têm grande influência nas sensações térmicas, mas os fatores físicos de adaptação fisiológica e fatores psicológicos podem ser responsáveis pela diferença de 50% entre a avaliação de conforto objetiva e a subjetiva.

Conhecendo o efeito combinado dos diversos fatores ambientais nas respostas físicas e sensoriais do corpo poderemos expressar qualquer combinação entre elas em termos de um simples parâmetro, denominado índice de conforto térmico (GIVONI, 1981).

Através destes e outros estudos é possível contarmos hoje com alguns índices térmicos para ambientes externos que possibilitam avaliar a situação de conforto/estresse térmico nestes ambientes.

### 3.3.1 Índices de conforto térmico para espaços externos

A seguir descreve-se alguns dos índices desenvolvidos para ambientes externos, os quais consideram a radiação solar. Estes índices de conforto térmico partem de diferentes modelos e apresentam diferentes graus de complexidade.

#### ▪ Índice de Stress Térmico (I.T.S.)

Na década de 60, Givoni desenvolveu o Índice de Stress Térmico, um modelo biofísico que passa a levar em conta a taxa de metabolismo, diferentes vestimentas e a taxa de sudção (GIVONI, 1962). Este modelo descreve o mecanismo de troca de calor entre o corpo e o ambiente, a partir do qual o stress térmico total do mesmo (metabólico e ambiental) pode ser calculado. Define uma zona de conforto, acima da qual a taxa de sudção necessária para manter o balanço térmico também pode ser observada, desde que o corpo mantenha-se em equilíbrio (com uma temperatura elevada, mas constante). Abaixo da zona de conforto, o índice tem um valor negativo indicando o stress devido ao frio.

O I.T.S. é baseado na suposição de que, dentro de uma série de condições, onde é possível se manter o equilíbrio térmico, o suor é secretado a uma taxa suficiente para a obtenção do resfriamento através da evaporação necessária para balancear a produção de calor pelo organismo e a troca com o ambiente. A relação entre a secreção de suor e o adequado resfriamento por evaporação depende da eficiência da transpiração. Quando esta eficiência é reduzida, o corpo secreta suor a uma taxa maior que a equivalente ao calor latente de resfriamento, a fim de compensar essa deficiência.

Segundo GIVONI (1981), a primeira versão do índice I.T.S. era prevista apenas para ambientes internos e um tipo de vestimenta (roupa leve de verão). Posteriormente, foi estendido



para ambientes externos, com a inclusão, entre outros fatores, da radiação solar, cobrindo também outros tipos de vestimenta. Ao mesmo tempo, os valores numéricos de vários coeficientes foram revisados baseados em dados experimentais adicionais.

A faixa de valores coberta pelo Índice de Stress Térmico é:

- temperatura do ar: 20-50 °C
- pressão de vapor: 5-40 mm Hg
- velocidade do ar: 0,10-3,5 m/s
- radiação solar: alcance total 600 kcal/h
- taxa metabólica: 100-600 kcal/h
- vestimenta: seminu, roupa leve de verão, uniforme industrial ou militar

#### ▪ **Modelo de Morgan e Baskett**

MORGAN & BASKETT (1974) fizeram uma revisão dos índices que haviam surgido até então e verificaram que a modelagem das relações homem-ambiente baseadas no cálculo de balanço energético ainda estava em sua fase inicial. Segundo os autores, a maior parte dos índices ou modelos existentes estava projetada para ambientes interiores, não sendo capazes de considerar os efeitos da radiação solar do exterior. Além disso, como reflexo da desintegração entre o trabalho de fisiologistas e meteorologistas, se alguns índices continham tratamentos sofisticados dos processos fisiológicos de trocas térmicas, os fatores climático-ambientais eram considerados de forma apenas esquemática e vice-versa. Os poucos modelos que tratavam aqueles fatores com certa profundidade eram muito limitados com respeito aos processos fisiológicos.

Os autores se basearam em índices desenvolvidos até então e fizeram algumas inovações para chegarem a um critério de conforto térmico. Nesta análise são consideradas a temperatura do ar, a temperatura radiante média, a umidade e a velocidade do vento.

Com base na equação de balanço de energia e na área superficial da pele, é calculada a temperatura ( $T_s$ ) e a umidade da pele. Esses parâmetros são então relacionados com o índice *PLS* (*pleasantness*; grau de conforto) de Winslow, Herring & Gagge, desenvolvido em 1938. Outra análise feita pelos autores é baseada no índice de sensação térmica de Fanger, na taxa metabólica e temperatura de conforto da pele, o chamado *TSEN* (*temperature sensation* – sensação térmica).

#### ▪ Temperatura Neutra ao Exterior ( $T_{ne}$ )

A Temperatura Neutra ( $T_n$ ), temperatura ambiente considerada pela população “nem quente, nem fria”, proposta por Humphreys (1975), põe em evidência, segundo AROZTEGUI (1995), a lógica correlação entre as expectativas da população diante de ambientes condicionados naturalmente, refletidas nos hábitos de vida, vestimentas e nível de atividades. Uma relação linear, válida para ambientes interiores, se comprova entre a temperatura média mensal ( $T_{mm}$ ) e a Temperatura Neutra, onde a velocidade do ar é baixa e as temperaturas médias radiantes não se afastam excessivamente das temperaturas do ar.

Para a análise de ambientes externos AROZTEGUI (1995) passou a considerar duas variáveis de difícil apreciação: a radiação solar e a velocidade do vento. A primeira reúne o efeito da temperatura radiante orientada pela posição do Sol e toda a complexidade do aspecto do céu, e as reflexões do entorno. A segunda se caracteriza por uma acentuada agitação e por ser bastante afetada, no espaço e no tempo, por acidentes aleatórios, ao nível do pedestre. Dessa forma, segundo argumento do autor, é necessário aceitar simplificações enquanto se tenta dominar essas variáveis.

A Temperatura Neutra ao Exterior ( $T_{ne}$ ) foi definida com base nas mesmas variáveis que compõem a Temperatura Neutra Interna incorporando os efeitos dos principais agentes externos, ou seja, os efeitos gerados pelo vento e pelo sol. Combinando a Temperatura Neutra com o Índice de Stress Térmico (I.T.S.) (GIVONI, 1981), AROZTEGUI (1995) desenvolveu a  $T_{ne}$ , calculada

como a soma dos efeitos dos agentes exteriores com a temperatura neutra interior. Para uma taxa de sudção correspondente a atividade sedentária e adotando-se condições médias para as características do entorno (roupas 0,8 clo, atividade sedentária, umidade relativa entre 35% e 65%), determina-se a equação da Temperatura Neutra ao Exterior:

$$T_{ne} = 3,6 + 0,31T_{mm} + \frac{100 + 0,1R_{dn}(1 - 0,52(V^{0,2} - 0,88))}{11,6V^{0,3}} \quad (3)$$

Onde:

$T_{ne}$  = Temperatura Neutra ao Exterior (°C);

$T_{mm}$  = temperatura média mensal (°C);

$R_{dn}$  = radiação solar direta normal (W/m<sup>2</sup>);

$V$  = velocidade do ar (m/s).

#### ▪ Modelo de Jendritzky e Nübler

Trata-se de um modelo desenvolvido por JENDRITZKY & NÜBLER (1981), que também adaptou o modelo de Fanger às condições exteriores introduzindo a radiação solar, assim como a temperatura superficial da roupa, além da temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade relativa.

Porém os autores passaram a considerar a radiação refletida, introduzindo “fatores de ângulo” para cada superfície de entorno ao corpo humano, com características específicas da turbidez da atmosfera ( $T$ ), albedo ( $\sigma$ ) e emissividade ( $\varepsilon$ ), onde a partir de então é calculado o fluxo de calor radiante ( $R$ ).

Para estabelecimento do critério de conforto, é utilizado o voto médio estimado de Fanger, integrado à escala psico-física dos sete pontos.

#### ▪ **Modelo de Munique para Balanço de Energia de Indivíduos (MEMI)**

Trata-se de um modelo desenvolvido por Höppe em 1984 (MAYER & HÖPPE, 1987) baseado na equação de balanço de energia. Considera um estado estacionário no qual a taxa de transpiração é uma função não apenas da temperatura da pele, mas também da temperatura do interior do corpo. Os fluxos de calor são calculados separadamente para as partes vestidas e não vestidas do corpo. Idade e sexo são considerados no cálculo das taxas de metabolismo e transpiração.

Assim o MEMI consiste em três equações: a de balanço de energia total do corpo; o fluxo de calor ( $F_{cs}$ ) do interior do corpo para a pele, e; o fluxo de calor ( $F_{sc}$ ) da pele através das camadas de roupa para as superfícies externas das roupas.

#### ▪ ***Physiological Equivalent Temperature (PET)***

Trata-se de um índice de conforto térmico, adaptado às condições externas que considera na avaliação não só a temperatura, umidade e vento, mas também a temperatura radiante média e é baseado na equação de equilíbrio térmico humano em estado de uniformidade (MAYER & HÖPPE, 1987).

Foi criado visando estabelecer um índice de fácil entendimento. Para isso, o ambiente externo é transferido para o ambiente interno, mais fácil de avaliar, ou seja, é feita uma transferência do bioclima para um ambiente fictício equivalente onde:

- a. a temperatura radiante média é igual à do ar
- b. a velocidade do ar é fixa em um valor, adequado para um ambiente interno, de 0,1m/s.
- c. a pressão de vapor do ar no ambiente é admitida como sendo 12 hPa (umidade relativa de 50% à temperatura do ar de 20°C)
- d. o trabalho mecânico, que deve ser somado ao metabolismo básico é de 80W (trabalho sedentário leve) e o valor de vestimenta é estimado em 0,9 clo.

O PET incorpora valores reais de temperatura superficial e evaporação do suor. Para calcular este índice, alguns valores devem ser conhecidos:

$$PET (^{\circ}C) = f(t_l, t_{mr}, e, v)$$

Onde:  $t_l$  = temperatura do ar, °C;  $t_{mr}$  = temperatura radiante média, °C;  $e$  = pressão de vapor, mb;  $v$  = velocidade do vento, m/s.

#### ▪ Índice de Givoni e Noguchi

Surgiu como resultado de uma pesquisa sobre conforto em áreas externas realizada por Noguchi e Givoni em 1997, envolvendo dados de temperatura do ar, radiação solar e velocidade do vento, elementos que variam conforme as características do espaço aberto (GIVONI & NOGUCHI, 2000).

Também foram estudadas as relações entre sensação térmica e sensação global de conforto, verificada em pesquisa desenvolvida pela Fujita Corporation em uma área gramada e outra de estacionamento asfaltado em um parque em Yokohama City, Japão.

A pesquisa tinha como objetivo determinar o efeito quantitativo dos vários aspectos que modificam a incidência do sol e ventos, durante épocas diferentes, considerando pessoas vestidas confortavelmente nas diferentes estações, do verão de 1994 ao verão de 1995.

Teve como base a aplicação de um questionário, com questões subjetivas, a um homem e uma mulher, somando 3 grupos, submetidos a diferentes condições experimentais, ou seja áreas com diferentes características, havendo uma pequena distância entre elas (área sombreada, área ao sol e uma área aberta porém protegida do vento com uma placa transparente).

Este levantamento foi desenvolvido por alguns dias durante as quatro estações. O questionário englobava a sensação térmica (calor/frio) e o conforto térmico (confortável/desconfortável).

Para a sensação térmica de percepção de calor e frio foi adotada a escala de 1 (muito frio) a 7 (muito calor). A escala de conforto foi de 1 (muito desconfortável) a 7 (muito confortável). O nível 4 era a situação de neutralidade. Os grupos se alteravam a cada 20 minutos respondendo o questionário nos 5 minutos restantes. As condições meteorológicas foram medidas ao mesmo tempo da aplicação do questionário, onde foram levantados dados de temperatura do ar, umidade, temperatura do entorno e vento, além da sensação térmica e de conforto.

Através da análise dos dados foi possível o desenvolvimento de uma fórmula prognosticando a sensação de conforto de um indivíduo em área externa, em determinada condição climática, com diferentes vestimentas para as diferentes estações, obtendo-se assim a relação entre sensação térmica e conforto.

### 3.4 A influência da vegetação no ambiente urbano

De acordo com BERNATZKI (1982) o clima urbano tem despertado o interesse de pesquisadores em todas as partes do mundo, e a vegetação, entre outras alternativas, tem sido apontada como um elemento fundamental para a minimização dos efeitos de alteração no clima provocado pela urbanização. O autor argumenta que a vegetação possibilita um resfriamento do ar e um aumento da umidade relativa, através da evaporação e outros aspectos fisiológicos e pelo fato da vegetação não acumular calor. Um agrupamento arbóreo fornece ar puro, frio e filtrado, absorve o ruído e produz oxigênio. Além destas funções destaca-se uma série de funções psicológicas como: interrupção da monotonia das cidades, contato com a natureza, ritmo natural, mudança do horizonte, cores relaxantes, renovação espiritual.

Segundo SANCHONETE (1994), a árvore é um elemento fundamental no planejamento urbano na medida em que define e estrutura o espaço. Tem influência decisiva na qualidade de vida nas cidades e, portanto, na saúde das populações. Promove benefícios ao meio como: estabilidade microclimática, melhoria das condições do solo urbano, melhoria do ciclo hidrológico, redução da poluição atmosférica, redução das despesas com condicionamento térmico nos ambientes construídos, melhoria das condições de conforto acústico e lumínico, aumento da diversidade e quantidade da fauna nas cidades, qualificação ambiental e paisagística dos imóveis, valorizando-os economicamente, opções de lazer e recreação em áreas públicas como parques, praças e jardins, especialmente para a população de baixa renda.

IZARD & GUYOT (1983) citam que a umidade relativa aumenta em 5% devido à presença de área verde (figura 3.5), lembrando que as diferenças topográficas e a presença de água (como por exemplo um rio) nos centros urbanos também vai influenciar na temperatura e umidade desses locais.

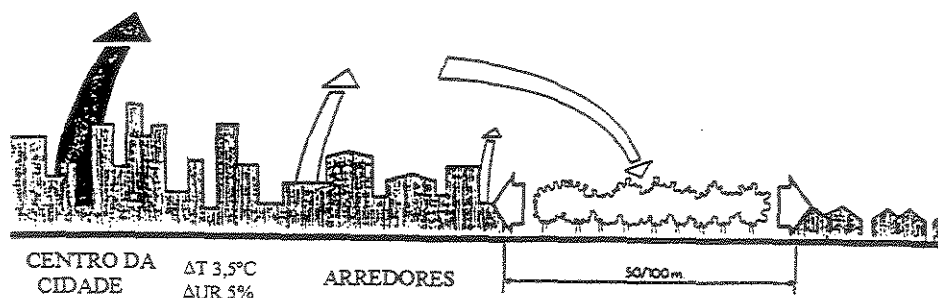


Figura 3.5 - Efeito do umedecimento do ar por uma área com vegetação

Fonte: IZARD & GUYOT, 1983:47

Segundo GEIGER (1975), a influência de uma floresta no balanço térmico depende de três fatores: da quantidade de calor requerido pelo metabolismo das plantas; da capacidade térmica dos troncos, galhos, folhas e ramos, e da massa de ar da área do tronco, que forma uma zona transitória entre o chão da floresta e a atmosfera livre.

De acordo com RIVERO (1988), “as folhas, como qualquer corpo, absorvem, refletem e transmitem a energia incidente em forma seletiva; isto é, em quantidades diferentes segundo os comprimentos de onda da radiação”. A absorção é alta, aproximadamente 90% para a onda eletromagnética visível e 60% para o infravermelho. Da energia absorvida, uma parte considerável se transforma em energia química potencial por meio do processo de fotossíntese e outra, em calor latente, ao evaporar-se da água eliminada pela folha durante um processo denominado de evapotranspiração.

Porém, esse grau de evapotranspiração depende diretamente da temperatura do ar e das plantas, da umidade relativa e do movimento de ar. Quanto mais seco se encontra o ar e maior sua turbulência, maior o aumento no grau de perda de água, considerando-se que exista disponibilidade de umidade no solo (SPURR & BARNES, 1980).



Atualmente, o traçado urbano prioriza a edificação e as áreas verdes ficam restritas a locais de dimensões reduzidas e formas irregulares, justamente as sobras dos espaços construídos. É preciso cuidar desse patrimônio territorial para adaptá-lo às necessidades ambientais da comunidade.

### 3.4.1 Arborização e radiação solar

Segundo MASCARÓ (1996), a vegetação é um importante elemento de transformação da radiação solar, que poderá ser refletida, transmitida ou absorvida, transformando parte em calor físico e parte em energia química. A reflexão depende do albedo. A transmissão varia de acordo com a transparência, cor, espessura das folhas, distribuição e adensamento dos troncos, dos ramos e do ângulo de incidência dos raios solares, e a absorção depende da pigmentação das folhas. A associação destas propriedades delimita o controle da radiação solar pela vegetação.

De acordo com IZARD & GUYOT (1980) com o controle da radiação através da vegetação, (fig. 3.6) ocorre uma diminuição da temperatura próxima ao solo, que induz a uma redução da radiação de onda-longa emitida pelo solo e pelas folhas, expondo pessoas a uma redução da carga de radiação.

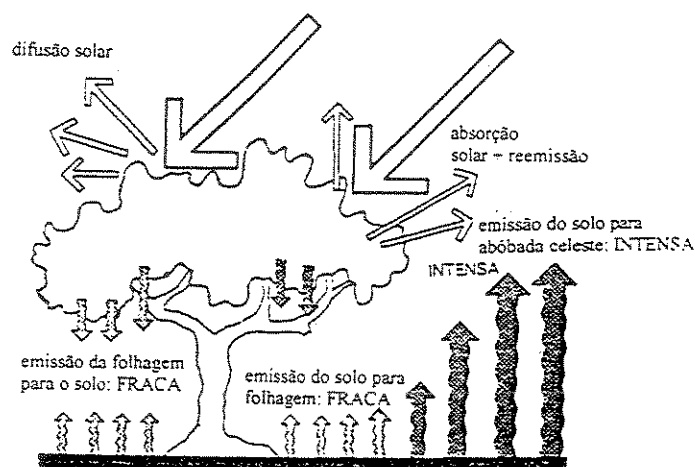
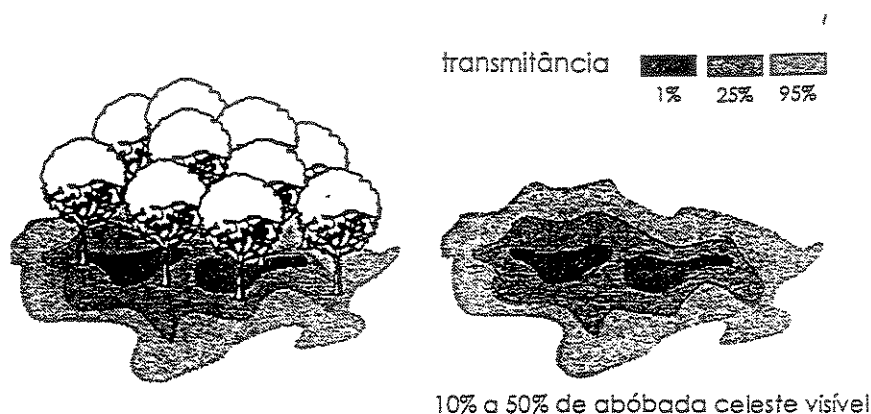


Figura 3.6 – Efeito da dosagem da radiação de onda longa pela vegetação

Fonte: IZARD & GUYOT, 1983:48

Com relação às características das plantas, MASCARÓ (1996) cita que a densidade foliar e a área de abóbada celeste visível são as variáveis de maior influência na transmissão da radiação solar. Essas características, no entanto, podem ser influenciadas pela sazonalidade. Assim, quanto mais homogênea e com poucos vazios forem as copas das árvores, menos visível será a abóbada celeste (fig. 3.7).



**Figura 3.7 – Variação da transmissão de luz natural**

Fonte: MASCARÓ, 1996:75

Nas últimas décadas estudos vêm sendo realizados visando a quantificação da atenuação da radiação solar através da vegetação, por meio de diferentes metodologias.

Em um trabalho realizado por HEISLER (1982), utilizou-se piranômetros para medir a radiação global e difusa. Era analisada uma árvore por dia, com um conjunto colocado a aproximadamente 40 cm acima do solo à sombra e outro em campo aberto. Em algumas medições os aparelhos acompanhavam o movimento das sombras, em outras ficava fixo. Em dias de céu claro, as árvores com folhas reduziram a radiação global de 70% até acima de 86%. Quando estavam sem folhas e o Sol com um ângulo de elevação de 60°, este intervalo passou para 37% e 54%.

HEISLER, HALVERSON & ZISA (1986), realizaram um estudo dos componentes das radiações de onda curta, global e difusa. As medidas foram realizadas à sombra e ao sol de indivíduos arbóreos isolados, para dias claros e nublados, visando a determinação das diferenças

entre as espécies e o efeito do tamanho e fenologia na transmissão da radiação. Foram medidas, através de piranômetros, as radiações global e difusa, em campo aberto e sob a sombra de árvores isoladas. Cada piranômetro foi equipado com uma proteção contra a incidência direta dos raios solares nas medições da radiação difusa. Além disso, os valores foram corrigidos levando-se em consideração o quão nublado o céu estivesse. Os valores da radiação à sombra, foram obtidos instalando-se os equipamentos no centro da sombra do indivíduo a ser analisado, observando-se os resultados dez vezes a cada cinco minutos e o cálculo da radiação total, elaborado através da média dos dados coletados. Outros dois piranômetros foram instalados em campo aberto e os dados coletados analisados a fim de tornar possível a comparação com os dados obtidos à sombra de cada indivíduo. Árvores que, visualmente, aparentavam ter copas similares, apresentaram variações na transmissão da radiação, e mesmo quando perdiam suas folhas ainda continuavam interceptando boa parte da radiação.

SATTLER (1991), investigou alguns fatores determinantes da variabilidade na quantidade de radiação solar transmitida através de um indivíduo arbóreo, tais como: densidade da copa, variação sazonal, transparência do céu e altitude solar. Foram estudadas duas árvores adultas da mesma espécie, com densidade de copa diferentes, localizadas em Sheffield, Reino Unido. Foram utilizados dois solarímetros, colocados à sombra das árvores em alturas diferentes (1,30m e 2,12m do solo) e outro ao sol. Foram também utilizadas transparências produzidas a partir de fotografias da copa das árvores com o objetivo de comparar valores médios da transmissão de luz e os dados obtidos a partir dos solarímetros em formato de domo. O uso das duas técnicas demonstra uma proximidade em relação aos valores médios de transmissão obtidos, considerando céu claro. O autor conclui, porém, que, a menos que um número significativo de solarímetros seja utilizado, para que se tenha um grande número de leituras, a técnica fotográfica proporciona uma estimativa mais realista para o valor médio de transmissão de radiação.

CANTON, CORTEGOSO & ROSA (1994), quantificaram a permeabilidade em relação à radiação solar de quatro espécies arbóreas. Neste estudo demonstrou-se que os indivíduos arbóreos analisados apresentavam variações na transmissão da radiação solar de 74% à 90,2% e

que havia uma relativa interceptação, mesmo quando estes indivíduos estavam sem folhas, de até 33,6%.

Em um estudo realizado por FRANÇA & POGGIANI (1996) foram estudadas áreas em diferentes estádios de sucessão, respectivamente com 5, 9, e 13 anos após o desmatamento, na Floresta Nacional do Jamari em Rondônia. Foram levantados parâmetros como a temperatura do ar (a 1,5m do solo), umidade, temperatura do solo e intensidade de luz, dentro e fora da mata. Observou-se que em todos os pontos no interior da floresta, a temperatura do ar, nas horas mais quentes do dia, girava em torno de 30°, cerca de 7°C mais baixa do que no ambiente exterior. A temperatura do solo acompanhava de perto a temperatura do ar. A intensidade relativa de luz diminui com o avanço da sucessão em virtude do adensamento do dossel da floresta passando de 4,1% para 2,2%. Foi observado também que na área desmatada há 13 anos, a ocorrência de queimadas propiciou a infestação de gramíneas que, competindo com as plântulas das espécies arbóreas, prejudicam a regeneração da floresta e o fechamento das copas. Consequentemente, nesta área, as temperaturas do ar e do solo são mais elevadas, a umidade é mais baixa e a intensidade relativa de luz gira em torno de 9,1%.

Em SILVA et alli (1996) estudou-se a redução da carga térmica radiante junto ao sombreamento de algumas espécies arbóreas, comparadas com um galpão coberto com telhas de fibrocimento e radiação a céu aberto. Os resultados mostraram maior atenuação pela Sibipiruna (*Caesalpinia peitophoroides*), seguida da Tipuana (*Tipuana speciosa*) e Sapucaia (*Lecythis pisonis*). Com os valores obtidos verificou-se que não houve diferença significativa entre o sombreamento fornecido pela Sibipiruna e a cobertura de fibrocimento.

BUENO (1998) analisou a atenuação da radiação solar incidente por diferentes indivíduos arbóreos, selecionados tendo como base sua utilização para a arborização urbana de Campinas, SP. As espécies analisadas foram: Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Ipê-Roxo (*Tabebuia impetiginosa*), Sibipiruna (*Caesalpinia peitophoroides*), Magnólia (*Michelia champacca*) e Chuva-de-Ouro (*Cassia fistula*). Foram obtidos dados de temperatura ambiente e de globo, da pressão de vapor do ar, da umidade relativa e de atenuação da radiação solar, ao sol e à sombra de

cada indivíduo amostrado, ao longo de cinco dias de medição. Os resultados demonstraram um alto índice na atenuação da radiação solar incidente por todas as espécies analisadas, sendo que a Sibipiruna atenuou 88,5%, a Chuva-de-Ouro 87,3%, o Jatobá 87,2%, a Magnólia 82,4% e o Ipê-Roxo 75,6%. Constatou-se também que quanto maior a atenuação da radiação solar incidente, menores as temperaturas ambiente e de globo. Com relação à umidade relativa observou-se uma tendência de elevação no início da manhã, queda ao longo do dia, elevando-se novamente no final da tarde. Quanto aos aspectos físicos, quanto mais densa a copa, maior a variação da umidade relativa e melhores as condições de conforto térmico.

Em CASTRO (1999) foram estudados parâmetros de conforto térmico em áreas verdes inseridas no ambiente urbano em Campinas, SP, que fazem parte do sistema de lazer e recreação da população. A autora levantou dados de temperatura ambiente e de globo, umidade relativa, velocidade do vento e também a atenuação da radiação solar, afim de obter subsídios para propor a manutenção e preservação destas áreas com o objetivo de melhorar a situação de conforto urbano. O destaque foi o tradicional Bosque dos Jequitibás, mais denso e antigo, com uma atenuação da radiação solar de 99,06%. Em seguida veio o Parque dos Guarantãs, com vegetação média, nem muito densa, nem muito rala, atenuando 88,91% da radiação. Por fim uma surpresa, o Bosque dos Artistas, uma praça recentemente criada e ainda pouco densa atingiu 88,24% de atenuação. Pode-se observar que entre as áreas estudadas, a que apresenta maior desempenho com relação a atenuação da radiação solar é a área de maior densidade, variação de espécies e fenologia, porém, além da importância da manutenção destas áreas já consolidadas, o estudo mostrou a importância das áreas verdes recompostas.

### 3.4.2 Corpos d'água e vegetação ripária

De acordo com REICHARDT (1984), “a Mata Ripária ocorre nas porções de terreno que incluem tanto a ribanceira de um rio ou córrego, de um lago ou represa, como também as superfícies de inundação, chegando até às margens do corpo d'água”. Essa vegetação reduz a taxa de evapotranspiração e altera a dinâmica hídrica solo-atmosfera, interferindo no montante e na qualidade de água disponível nos mananciais. Estes fatores são de muita importância para as cidades, uma vez que o suprimento de água é proveniente, principalmente, de rios e riachos situados nas proximidades dos centros urbanos.

Em geral, a vegetação ripária ou ciliar é bastante diversa e existe ainda uma carência enorme de conhecimento, não apenas no que diz respeito a sua fisionomia e florística, mas com relação à interação com as condições ambientais. São poucos os trabalhos que apresentam dados numéricos que efetivamente discutam a eficiência térmica dos remanescentes. Estudos nesse sentido podem, por exemplo, proporcionar informações úteis para nortear o uso desse tema nas bacias hidrográficas.

FONTES e MATTOS (1997) desenvolveram uma investigação climática nas áreas de fundo de vale, na cidade de São Carlos, SP, com o objetivo de identificar e avaliar as diferenças microclimáticas entre essas áreas e o centro urbano. Foram coletados dados de temperatura e umidade em alguns pontos localizados em área de fundo de vale e na área central da cidade. Para a coleta dos dados foi empregado o método de medições móveis, utilizando sensores de temperatura e umidade acoplados a um veículo, a uma altura aproximada de 1,5m do solo. As medições foram efetuadas em três dias típicos de inverno, com céu claro e ar calmo (vento menor que 3m/s) às 9, 15, 19, 20 e 21 horas. Os dados obtidos na pesquisa de campo mostraram uma tendência de amenização climática nas áreas de fundo de vale em relação ao centro urbano.

Hoje a situação dos fundos de vale é de suporte habitacional da população de baixa renda, desmatamento e perda da fauna local, erosão das margens, enchentes e assoreamento.

Duas leis procuram determinar mudanças neste processo. O Código Florestal – Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965), estabelece a zona ciliar como uma área de preservação permanente, ou seja, uma reserva ecológica que não pode sofrer qualquer alteração, devendo permanecer sua vegetação (floresta e outros tipos de vegetação), na condição original. Criada em 1991, a Lei de Política Agrícola – Lei nº 8171 de 17 de janeiro de 1991 (BRASIL, 1991), determinou a recuperação gradual das Áreas de Preservação Permanente, estabelecendo um período de 30 anos para a recuperação da vegetação nativa nas áreas onde esta foi eliminada.

Porém, mesmo protegidas por legislação, essas formações florestais têm sido devastadas em todo o Brasil, trazendo prejuízos irreparáveis para os recursos hídricos.

O atual Artigo 2º do Código Florestal, modificado pela Lei 7803/89 (BRASIL, 1989), no que se refere à mata ciliar, considera-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a. *ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima será de 30 metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura; esta faixa aumenta proporcionalmente à largura dos rios, podendo atingir até 500 metros para os rios que possuam largura superior a 600 metros;*
- b. *ao redor de lagos, lagoas ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;*
- c. *nas nascentes, mesmo nos chamados “olhos d'água”, seja qual for sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros de largura.*

Com a nova alteração o Código Florestal define ainda em seu Artigo 2º, Parágrafo único:

*“No caso de Áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por Lei Municipal e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o*

*território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este Artigo.”*

Já a Resolução Nº 04 do CONAMA, de 18 de setembro de 1985 (BRASIL, 1985), determina:

*“Art. 3º - São Reservas Ecológicas:*

*a. ....*

*b. As florestas e demais formas de vegetação situadas:*

*I - ao longo dos rios ou de outro qualquer corpo d'água em faixa marginal além do leito maior sazonal, medida horizontalmente, cuja largura mínima será de 30 metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura; esta faixa aumenta proporcionalmente à largura dos rios, podendo atingir até 500 metros para os rios que possuam largura superior a 600 metros;*

*II – ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, desde seu nível mais alto medido horizontalmente, em faixa marginal cuja largura mínima será de 30 m para os que estejam situados em área urbana chegando a 100 m para represa hidrelétricas.*

*III- Nas nascentes permanentes ou temporárias, incluindo os olhos d'água seja qual for a situação topográfica, com faixa mínima de 50 metros e a partir de sua margem, de tal forma que proteja em cada caso, a bacia de drenagem contribuinte”.*

Outra Lei a ser considerada vem a ser a Lei 6766/79 (BRASIL, 1979) que estipula em seu Artigo 4º, Parágrafo III *”ao longo das águas correntes ou dormentes será obrigatória a reserva de uma faixa “non edificandi” de 15 metros de cada lado, salvo maiores exigências de legislação específica”.* Cabe salientar que sua aplicabilidade só é possível devido no seu Artigo



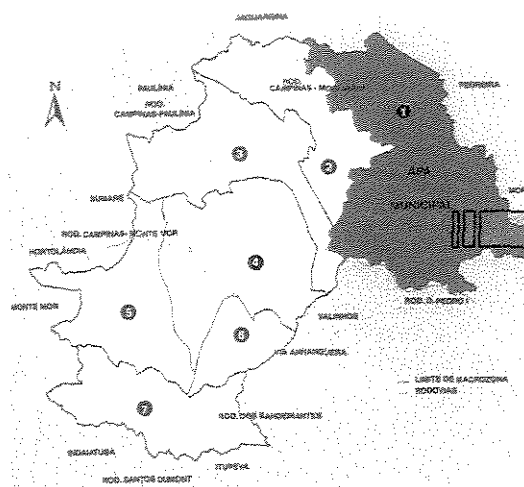
1º, Parágrafo Único: *“Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento e uso do solo municipal para adequar o previsto nesta Lei às peculiaridades regionais e locais, não inviabilizando sua aplicação por não possuir caráter restritivo como o Código Florestal”*.

As alterações ocorridas quanto ao Artigo 2º da Lei 4771/65 suscitaram e tem suscitado uma série de questionamentos e dúvidas quando se trata de áreas urbanas e sua aplicabilidade. Isto ocorre uma vez que as Prefeituras Municipais determinam as faixas de drenagem e faixas de proteção de fundos de vale à luz da Lei Federal 6766/79 e legislações municipais, criando muitas vezes impasses junto às autoridades florestais regionais (Estadual ou Federal) que estabelecem a faixa de proteção de fundo de vale baseada no novo Código Florestal.

É necessário encontrar-se uma solução mediadora de forma que se garanta uma cobertura que cumpra as funções de proteção da água, mas respeitando os limites e condições de um espaço urbano. Uma das funções é, sem dúvida, a proteção térmica para o solo, para a água e para a população lindeira.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

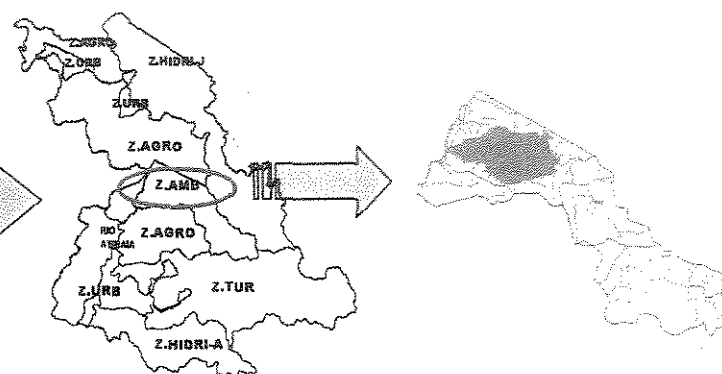
### 4.1 Descrição da Área de Estudo



s/ escala

**Figura 4.1 – Município de Campinas**

Fonte: CAMPINAS, SEPLAMA, 1996



APA Municipal  
s/ escala

Zona Ambiental  
s/ escala

**Figura 4.2 – Localização APA/Zona Ambiental**

Fonte: modificado de THOMAZIELLO, 1998

A região escolhida para o presente estudo localiza-se no Distrito de Sousas, no quadrante nordeste do Município de Campinas, Estado de São Paulo (fig. 4.1). Esta área está inserida na Área de Proteção Ambiental Municipal (APA municipal), em uma Zona de Conservação Ambiental (fig. 4.2), definida em 1996 no “Plano de Gestão da área de Proteção Ambiental de Sousas e Joaquim Egídio” (CAMPINAS – MUNICÍPIO, 1996). Abrange a vegetação ripária existente ao longo do Ribeirão Cachoeira, que atravessa a mata com mesmo nome, em três pontos correspondentes a diferentes estruturas vegetais.

De acordo com o Instituto Geológico (1993), citado pela Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente de Campinas (CAMPINAS – MUNICÍPIO, 1996), a área de vegetação ripária estudada é constituída por rochas pré-cambrianas de alto e médio graus, metamórficas intrudidas por granitos. Ocorrem ainda depósitos aluvionares, compostos por sedimentos cenozóicos do quaternário, encontrados em manchas isoladas, principalmente na região leste, nas áreas de inundação do Ribeirão Cachoeira.

Esta área apresenta um relevo de morros e morrotes, constituído por rochas impermeáveis, com placas de descontinuidade que facilitam a desagregação mecânica, com vertentes bastante íngrimes e com grandes amplitudes.

O solo predominante é o Podzólico Vermelho-Amarelo, com textura arenosa no horizonte A e argilosa no horizonte B, o que provoca mudanças importantes na velocidade de infiltração da água, tornando-se solos com pouca resistência à erosão.

O Ribeirão Cachoeira nasce nos terrenos cristalinos, a aproximadamente 920 metros de altitude, indo desaguar no Atibaia a aproximadamente 625 metros. Em sua extensão percorre áreas predominantemente rurais, sendo por diversas vezes represado, e recebendo despejos de esgotos domésticos e de estabelecimentos rurais, como excrementos de gado bovino e eqüino. Depois, atravessa toda a extensão do maior remanescente florestal da bacia, a Mata do Ribeirão Cachoeira onde, segundo análise desenvolvida por THOMAZIELLO (1996), ocorre uma melhora da qualidade da água .

#### **4.1.1 Clima de Campinas**

Para uma série analisada entre 1989 e 1999, dados coletados pelo IAC – Instituto Agrônômico de Campinas, correspondem a classificação Köppen, como sendo do tipo Cwa, ou seja, subtropical de altitude (AYOADE, 1983), apresentando um verão quente e úmido e um

inverno seco e frio, devido à influência das massas de ar Equatorial Continental no verão e pela Tropical Atlântica, na estação seca.

Segundo os dados meteorológicos de 1989-1999 (tabela 4.1), Campinas apresenta um regime térmico com média anual de 22,0°C, com temperatura máxima alcançado 31,7° e mínima de 11,1°C. O mês mais quente, janeiro, apresenta uma média de 24,7°C, enquanto junho, o mais frio, uma média é de 18,4°C.

Os valores de precipitação indicam o mês mais chuvoso sendo janeiro e o mais seco agosto. O total anual pluviométrico é de 1432,6mm e a insolação média é de 6,9hs.

**Tabela 4.1 - Normais climatológicas mensais (período 1989-1999)**

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
<u>TEMPERATURA MÁXIMA (°C)</u>													
MED	29,5	29,5	29,0	27,8	25,4	24,0	24,6	26,6	26,9	28,2	28,9	29,5	27,5
MAX	30,5	31,7	30,1	29,4	27,8	25,9	25,8	29,1	30,1	31,1	31,1	30,5	28,4
<u>TEMPERATURA MÍNIMA (°C)</u>													
MED	19,8	19,7	18,9	17,2	14,3	12,7	12,5	13,3	15,2	16,9	18,3	19,0	16,5
MIN	19,1	18,7	17,9	15,9	13,0	11,5	11,1	11,4	13,7	14,6	16,2	17,6	16,0
<u>TEMPERATURA MÉDIA (°C)</u>													
	24,7	24,6	24,0	22,5	19,7	18,4	18,6	19,9	21,1	22,7	23,7	24,4	22,0
<u>PRECIPITAÇÃO (mm)</u>													
	273,9	220,9	178,2	63,5	69,8	41,7	38,5	17,0	77,4	101,8	134,3	215,5	1432,6
<u>UMIDADE (%)</u>													
	78,2	79,9	77,3	75,2	73,4	73,2	68,2	62,1	63,5	69,3	69,6	73,1	71,8
<u>INSOLAÇÃO (h)</u>													
	5,9	6,2	6,5	7,9	6,9	7,0	7,3	7,9	6,1	6,7	7,4	6,5	6,9

Fonte: IAC – Instituto Agronômico de Campinas

#### 4.1.2 A Mata Ribeirão Cachoeira

Segundo análise desenvolvida por THOMAZIELLO (1998) quanto à importância e valor do remanescente florestal, os dados mostraram que a Mata Ribeirão Cachoeira ocupa a segunda

maior área em mata da região de Campinas, um percentual bastante representativo de cobertura florestal no município, com vários estádios de sucessão e uma grande diversidade de elementos naturais e de espécies vegetais. As espécies clímax da vegetação e as espécies diferenciadas (em extinção) da flora e fauna encontradas, comprovam seu alto valor ambiental.

A Mata Ribeirão Cachoeira, com 233,7ha é caracterizada como Floresta Estacional Semidecídua, podendo ocorrer, em virtude da presença do rio, indivíduos de Floresta Estacional Higrófila. É constituída por verões úmidos e quentes e invernos mais frios e secos, que condicionam uma estacionalidade foliar dos elementos arbóreos, muitos perdendo suas folhas no inverno. Nas áreas de relevo mais acidentado encontra-se uma vegetação mais conservada e, aparentemente mais diversificada. Já sob relevo menos acidentado, a vegetação parece ser menos diversificada com afloramentos rochosos, predominando árvores de menor porte.

Hoje, nas áreas onde a cobertura vegetal foi removida, observa-se processos de erosão laminar, reviramentos e reentalhe de canal. Isso ocorre devido ao tipo de relevo, geralmente mais acentuado nas áreas marginais e também ao tipo de solo que apresenta maior instabilidade.

#### **4.2 Desenho experimental**

Neste item é feita uma descrição dos locais de medição, dos equipamentos utilizados, a realização das medições e uma descrição do método de tratamento e análise dos resultados.

#### 4.2.1 Locais de medição

Foram escolhidas, ao longo do Ribeirão Cachoeira, três diferentes estruturas de vegetação ripária, sendo que duas apresentam estrutura arbórea e a outra apenas herbácea.

Os indivíduos arbóreos foram classificados segundo critérios propostos por PEIXOTO, LABAKI & SANTOS (1995). Estes indivíduos arbóreos costumam ocorrer em formas combinadas no meio. Sendo assim, uma das primeiras considerações refere-se ao tipo de composição, se puras (conjunto de uma só espécie) ou mistas (de duas ou mais espécies), se homogêneas (árvores de tamanhos semelhantes) ou heterogêneas (árvores de tamanhos e crescimento diferenciado). Outra, apresentada na figura 4.3 é com relação à densidade e à disposição do conjunto arbóreo que influem em função dos arranjos resultantes.

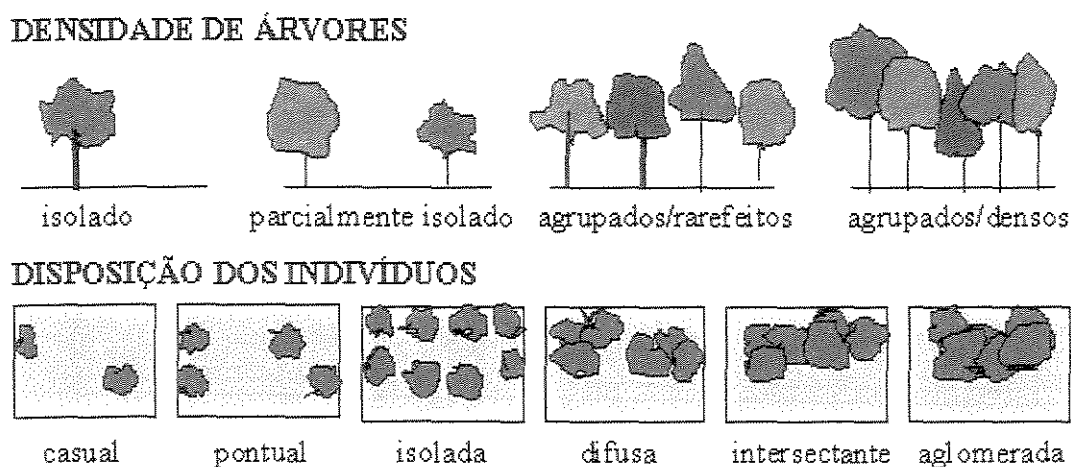


Figura 4.3 – Disposição e densidade da estrutura vegetal para classificação da estrutura arbórea

Fonte: baseado em PEIXOTO, LABAKI e SANTOS, 1995.

De acordo com THOMAZIELLO (1998) a “área delimitada pelo remanescente apresenta desde espécies emergentes, que superam 20 metros e diâmetros do tronco que ultrapassam um (1,0) metro, até agrupamentos de espécies de sucessão secundária, inicial e intermediária, em áreas que sofrem alteração humana, ocupadas no passado por cultivos de cana-de-açúcar, atualmente, pelo pastoreio e loteamentos rurais”.

Através das visitas prévias de campo pôde-se constatar que o curso d'água analisado apresenta indivíduos agrupados sob diferentes condições. Assim, foram selecionados 3 tipos de estrutura vegetal:

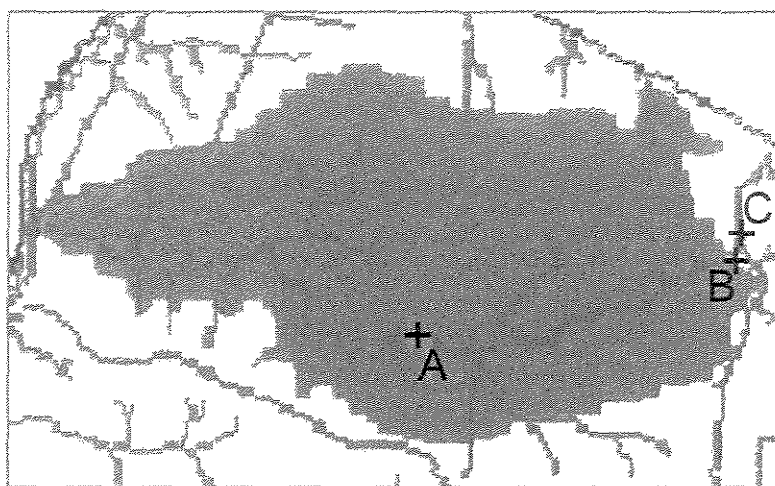
- a) *Estrutura A*: elementos arbóreos mistos e heterogêneos, de disposição aglomerada, densidade de árvores agrupadas/densas, com estrato inferior arbustivo-arbóreo. Nesta categoria encontram-se as matas secundárias, em estágio tardio de sucessão, em estado íntegro ou alterado, com dossel contínuo ou pouco interrompido, de altura relativamente uniforme.
- b) *Estrutura B*: também com elementos arbóreos mistos e heterogêneos, com disposição difusa, densidade de árvores rarefeitas/agrupadas, com estrato inferior herbáceo-arbustivo. Nesta categoria encontram-se as capoeiras densas degradadas, estágio intermediário de sucessão, muito comum na região, com dossel muitas vezes interrompido pela presença de clareiras.
- c) *Estrutura C*: campos com estrato inferior apenas herbáceo.

#### **4.2.1.1 Localização das diferentes estruturas na área de estudo**

Com a utilização de um GPS (Geographical Positioning System), as três estruturas de vegetação ripária foram georreferenciadas em *UTM* no ponto mais próximo à margem do curso d'água, apresentando a seguinte localização geográfica:

- *estrutura A* (302315W, 7473796S)
- *estrutura B* (303460W, 7474401S)
- *estrutura C* (303498W, 7474422S)

Na figura 4.4 é apresentada uma localização esquemática destas estruturas. A *estrutura A* está inserida no interior da mata e a *estrutura B* em uma área de transição entre a mata agrupada e o campo (*estrutura C*).



Esquema; s/ escala

**Figura 4.4 – localização das diferentes estruturas analisadas**

Fonte: Modificado de THOMAZIELLO, 1996

#### 4.2.1.2 Diagrama de perfil e relevo

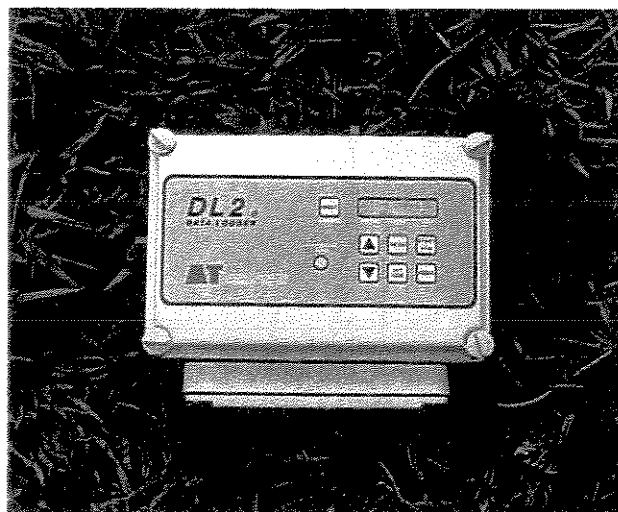
Foi elaborado um diagrama de perfil de modo a se obter fisionomia da vegetação estudada. Para tanto foi escolhida uma faixa de amostragem, localizada perpendicularmente à calha do ribeirão, abrangendo a vegetação ripária até o último ponto de medição. Essa faixa de amostragem teve um comprimento de 17m e uma largura de 4m delimitada com trena e barbante.



A declividade do terreno foi levantada com teodolito. Esta informação fez-se necessária não só como dado da pesquisa, mas também para localizar, em planta, os equipamentos eqüidistantes nos diferentes pontos.

#### 4.2.2 Equipamentos

As medidas de radiação solar foram realizadas com solarímetros de tubo instalados sob o maciço e/ou campo aberto a uma altura de 1,30 m do solo. Esses solarímetros (modelo TSL, da Delta-T Devices Ltd.), pelo fato de serem em forma de tubo, com um metro de comprimento, medem uma média espacial dos níveis desiguais de energia solar sob a árvore. Estes sensores detectam a radiação na faixa de comprimento de onda de 300 a 2500nm, que corresponde ao espectro solar. São conectados a um integrador (logger) (fig. 4.5) para a coleta automática dos dados (Data Logger DL2e, multi-canal, modelo RS232, da Delta-T Device).



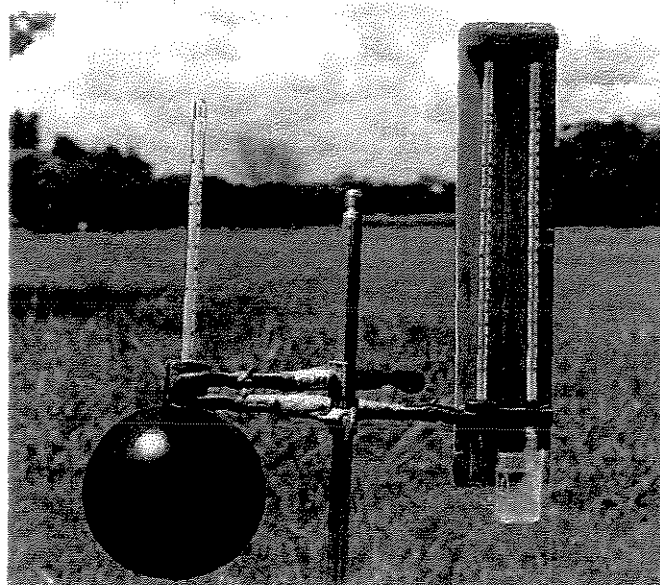
**Figura 4.5 – Integrador, modelo DL2 da marca DELTA-T Devices**

**Fonte: LABORATÓRIO CONFORTO AMBIENTAL/FEC-UNICAMP, 1998**

Além dos dados referentes à radiação solar, demais parâmetros ambientais como a temperatura ambiente, temperatura de globo, umidade e velocidade do vento foram levantados. As temperaturas sob a vegetação ciliar foram medidas com os termômetros de globo e psicrômetro, de onde se obteve também os resultados de umidade. A temperatura da água foi medida através da imersão de um termômetro de mercúrio de haste longa. Para medição da velocidade do vento foi usado um termoanemômetro de fio quente (marca LUTRON).

#### 4.2.2.1 Termômetros

A temperatura ambiente e a temperatura da água foram medidas com um termômetro de mercúrio, com escalas de 10°C a 110°C, com divisão de 1°C.



**Figura 4.6 – Termômetro de globo e psicrômetro a ventilação natural**

**Fonte:** LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL/FEC-UNICAMP, 1998

Para a medida da umidade relativa, foi utilizado o psicrômetro (fig.4.6) a ventilação natural, cujos termômetros de bulbo seco e de bulbo úmido, têm a mesma escala e divisão.

Fixado na mesma estrutura foi utilizado um termômetro de globo, com diâmetro de 11,7cm. A escala deste termômetro varia de 0 a 50°C, com menor divisão de 1°C (fig. 4.6). O termômetro de globo consiste de uma esfera, oca, com pintura externa preto fosco, e em cujo interior é colocado um sensor de temperatura. Devido a esta pintura, essa esfera funciona como um absorvedor praticamente ideal da radiação de onda longa.

#### 4.2.2.2 Solarímetros

Os solarímetros de tubo (figs. 4.7 e 4.8) foram projetados para medir a irradiância média (em  $\text{kW/m}^2$ ) em situações onde a distribuição de energia radiante não é uniforme, isto é, sob folhagens, em estufas, etc. Seu desenho tubular proporciona a média espacial necessária, minimizando o efeito da movimentação das folhagens das plantas (DELTA-T, 1993).

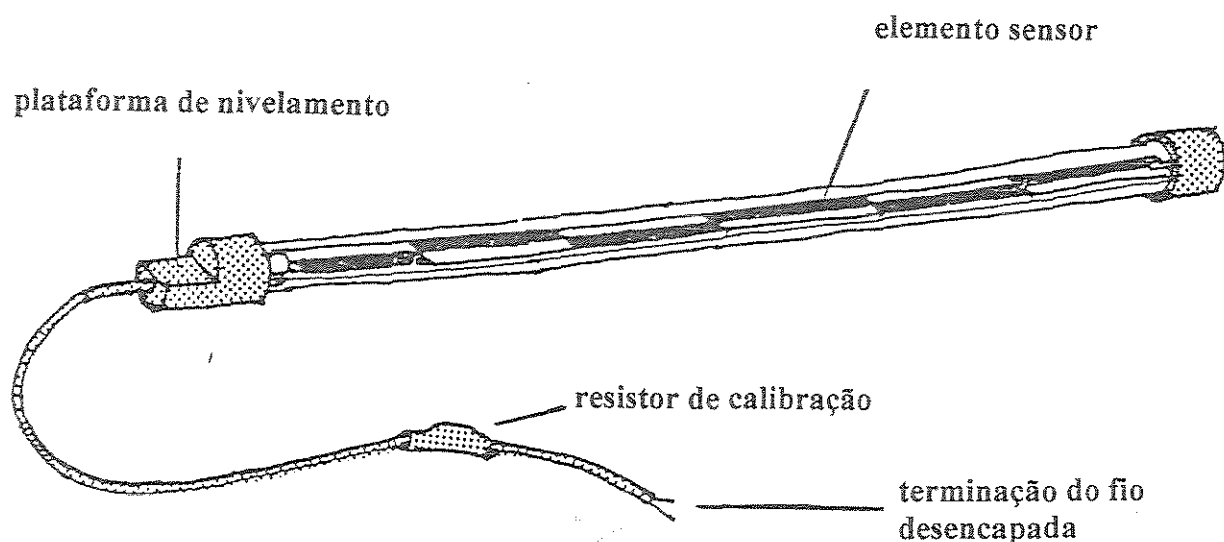
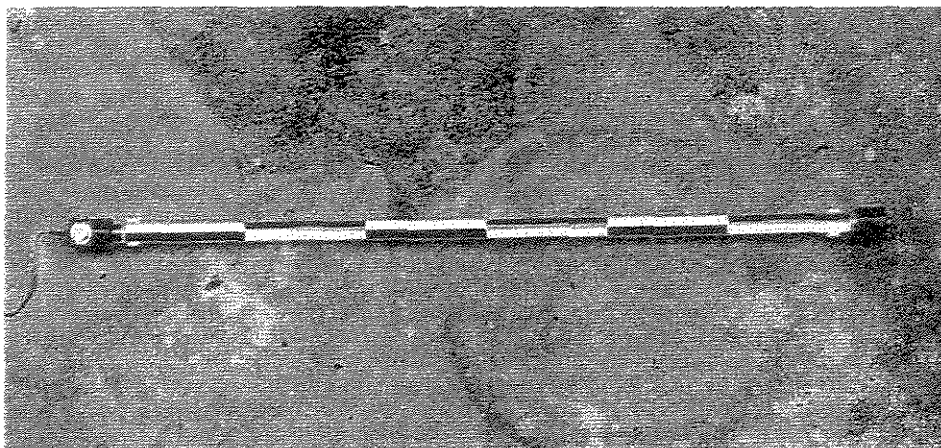


Figura 4.7 – Desenho esquemático de um solarímetro de tubo  
Fonte: DELTA-T, 1993

O funcionamento do equipamento baseia-se na pequena diferença de temperatura entre as áreas brancas e pretas, resultante do fluxo de energia incidente. As áreas brancas e pretas são alternadas a fim de que, quando a radiação atingir mais um lado do tubo do que o outro, a diferença média da temperatura entre essas áreas não seja afetada. Um tubo Pyrex protege o elemento sensor, sendo suprido de ar seco e selado.



**Figura 4.8 – Solarímetro de tubo, modelo TSL, da DELTA-T Devices**

**Fonte: LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL/FEC-UNICAMP, 1998**

A resposta espectral abrange a região do visível e do infravermelho próximo (fig. 4.9). A calibração desses solarímetros é feita na fábrica, sob condições de luz difusa. Tem uma regulação de saída (output) de 15 mV por  $\text{kW/m}^2$ , ou seja:

$$\text{Irradiância (kW/m}^2\text{)} = \frac{\text{voltagem medida (mV)}}{15}$$

15

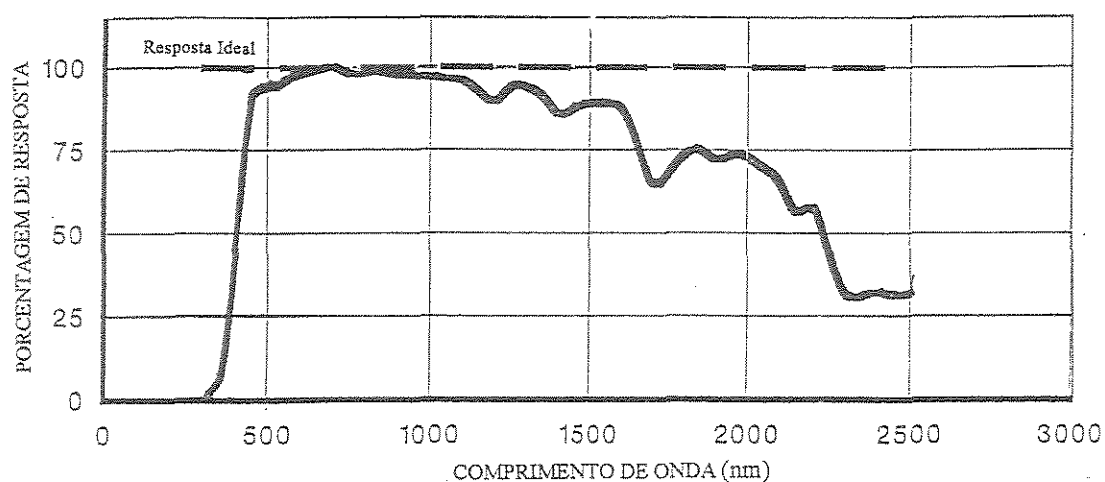


Figura 4.9– Resposta espectral de um solarímetro de tubo.

Fonte: DELTA-T, 1993.

#### 4.2.2.3 Anemômetro

Com o anemômetro foi realizada a medição da velocidade do vento. O aparelho utilizado é do tipo térmico, próprio para medições de baixas velocidades, com microprocessador que assegura a máxima precisão possível,  $\pm 5\%$  da leitura efetuada (LUTRON, [199-]).

Neste equipamento a velocidade do vento pode ser medida em diferentes unidades. É medida através de um sensor conectado ao aparelho, o qual fica na extremidade de uma haste que varia de 280mm a 940mm de comprimento. Este sensor tem uma marca no seu topo. Deve-se girar o mesmo até que se encontre a maior velocidade possível do vento. A direção do vento então será para onde a marca estiver apontando.

#### 4.2.3 Realização das medições

Foram coletadas medidas de temperatura ambiente e globo, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar nos três pontos situados a 2,2m; 9,0m e 17,0m da margem (respectivamente pontos 1, 2 e 3), a uma altura de 1,30m do solo, nas diferentes estruturas vegetais. Como complemento, optou-se por coletar a temperatura da água (centro e borda) para verificar a influência dessas diferentes estruturas do entorno.

Essas medições foram realizadas em dois períodos durante o ano: junho/julho e dezembro, correspondentes ao solstício de inverno e verão, ao longo de 3 dias em cada estrutura vegetal, das 8 às 16h, de acordo com as condições meteorológicas, sempre considerando o horário solar. Cada estrutura então foi analisada através da média dos 3 dias medidos.

As medições foram feitas:

- a) Estrutura A: no solstício de inverno nos dias 23, 25 e 27 de junho, e no solstício de verão nos dias, 8, 9 e 15 de dezembro, do ano de 1999.
- b) Estrutura B: no solstício de inverno nos dias 29, 30 de junho e 06 de julho, e no solstício de verão nos dias 16, 17 e 18 de dezembro, do ano de 1999.
- c) Estrutura C: no solstício de inverno nos dias 08, 10 e 11 de julho, e no solstício de verão nos dias 19, 20 e 21 de dezembro, do ano de 1999.

Os dados foram registrados somente à sombra, pois não obtivemos área com sol próxima onde os equipamentos pudessem ser instalados para coletar os dados. Para tanto, teríamos que ter dois integradores para realizar medições simultâneas. Como dispúnhamos de apenas um integrador, para se obter a radiação a pleno sol, foi necessário o uso dos dados de radiação coletados na estrutura C, caracterizada como área de pastagem com céu aberto, em cada período analisado.

A medição da radiação solar foi feita pelos solarímetros situados na faixa de amostragem e conectados ao integrador, configurado para registrar dados a cada dez minutos. Os demais parâmetros ambientais foram coletados em intervalo de uma hora.

#### **4.2.4 Método de tratamento dos resultados**

##### **4.2.4.1 Temperaturas**

Os dados das temperaturas ambiente e de globo são trabalhados através de médias dos dias para cada horário de medição. Com as médias são traçados gráficos, onde constam os valores de temperatura ambiente e de globo. Também a temperatura da água, tanto de centro como de borda, é analisada através de gráficos relativos à média dos valores medidos. Todos os dados de temperatura encontram-se no anexo A.

##### **4.2.4.2 Umidade relativa**

A umidade relativa é obtida a partir das temperaturas de bulbo seco ( $T_s$ ) e bulbo úmido ( $T_u$ ) dos psicrômetros a ventilação natural.

Esses cálculos são feitos utilizando-se a expressão:

$$f = 100 \times \frac{e}{e_{ps}} \quad (1)$$

Onde:

$f$  = umidade relativa (%);

$e$  = tensão de vapor do ar (mb);

$e_{ps}$  = tensão de vapor calculada com a temperatura de bulbo seco (mb).

Para a obtenção dos valores da tensão de vapor ( $e_{ps}$ ) é utilizado a equação de Tetens (BUENO, 1998):

$$e_{ps} = 6,11 \times 10^{\frac{7,5T_s}{273,3+T_s}} \quad (2)$$

Onde:

$e_{ps}$  = tensão de vapor calculada com a temperatura de bulbo seco (mb);

$T_s$  = temperatura de bulbo seco, isto é temperatura do ar °C.

Os valores da tensão de vapor do ar ( $e$ ), são calculados a partir da expressão usada por, fornecida por BARTH et al (1987):

$$e_u^* - e = A \frac{P}{100} (T_s - T_u) \quad (3)$$

Onde:

$e_u^*$  = tensão de saturação, função de  $T_u$  (mb);

$e$  = tensão de vapor do ar (mb);

$A$  = constante psicrométrica, valendo 0,79 para psicrômetros a ventilação natural;

$P$  = pressão atmosférica (mb), valor adotado: 961,574 mb (cidade de Campinas – obtido no CEPAGRI da UNICAMP);

$T_s$  = temperatura de bulbo seco, isto é, temperatura do ar (°C);

$T_u$  = temperatura de bulbo úmido (°C);



O cálculo do valor de “ $e_u$ ” também é feito utilizando-se a expressão (2), porém ao invés de “ $T_s$ ”, usa-se “ $T_u$ ” (BUENO, 1998):

$$e_{pu} = e_u = 6,11 \times 10^{\frac{7,5T_u}{273,3+T_u}} \quad (4)$$

Onde:

$e_{pu}$  = tensão de vapor calculada com a temperatura de bulbo seco (mb);

$T_u$  = temperatura de bulbo úmido (°C).

Depois de se obter “ $e$ ” e “ $e_{ps}$ ” estes são substituídos na equação 1.

Com todos valores de cada dia de medição da umidade relativa, é calculada a média referente aos três dias de medição (ANEXO B), e a partir de então elaborados os gráficos horários.

#### 4.2.4.3 Radiação Solar

Com as listagens fornecidas pelo integrador (ANEXO C), são feitas as médias e os dados provenientes dos solarímetros, transformados em gráficos. Esses gráficos contém uma curva com os dados do solarímetro ao sol e outras com os dados do solarímetro à sombra.

As integrais de todos os gráficos são calculadas para serem comparadas as porcentagens diárias de atenuação da radiação solar de cada estrutura arbórea analisada, de acordo com a expressão:

$$At = \frac{S_{sol} - S_{sombra}}{S_{sol}} \cdot 100 \quad (5)$$

Onde:

$At$  = atenuação da radiação solar (%);

$S_{sol}$  = área do gráfico, que fornece a energia total incidente (kWh/m<sup>2</sup>), coletada pelo solarímetro ao sol, no intervalo de tempo considerado;

$S_{sombra}$  = área do gráfico, que fornece a energia total incidente (kWh/m<sup>2</sup>), coletada pelo solarímetro ao sombra, no intervalo de tempo considerado.

A fim de se obter uma análise mais adequada das atenuações da radiação solar, foram calculados os erros padrões das médias dessas atenuações para cada estrutura analisada (TOPPING, 1972).

$$\alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Onde:

$\alpha$  = erro padrão da média;

$\sigma$  = desvio padrão;

$n$  = número de elementos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste item é realizada uma caracterização das diferentes estruturas e também observado o comportamento das variáveis envolvidas na análise de conforto térmico. Sendo assim, são apresentados resultados da atenuação da radiação solar, assim como gráficos de radiação solar, temperatura ambiente e de globo, e umidade relativa. Complementando o estudo, é feita a caracterização do leito e análise da temperatura da água.

Para uma simplificação dos resultados, as análises foram feitas com base nas médias dos dias de medição. Em todo dado de referência ao sol é utilizada a medida da estrutura C (campo), a 17m da margem, no período analisado, uma vez que não se dispunha de dois integradores para realizar medições simultâneas.

## 5.1 Caracterização das fisionomias vegetais amostrais

### A) Estrutura A



**Figura 5.1 – Vista geral da vegetação na estrutura A**

A estrutura A é um local mais conservado da mata. Nela é possível reconhecer até 3 estratos arbóreos (fig. 5.1). No primeiro estrato estão as arvoretas que atingem de 3 a 4 metros de altura, sendo grande a quantidade de cipós entre os troncos das árvores. No segundo encontramos um porte de 3 a 8 metros, já tortuosos. No terceiro temos estratos de 8 a 13 metros, com troncos mais retilíneos e lisos (fig. 5.2).

A paisagem circundante a esta estrutura apresenta a mesma tipologia da amostra descrita.

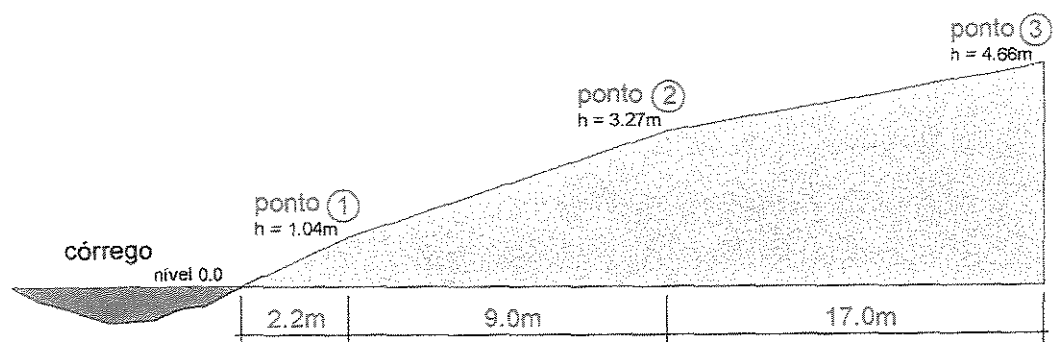
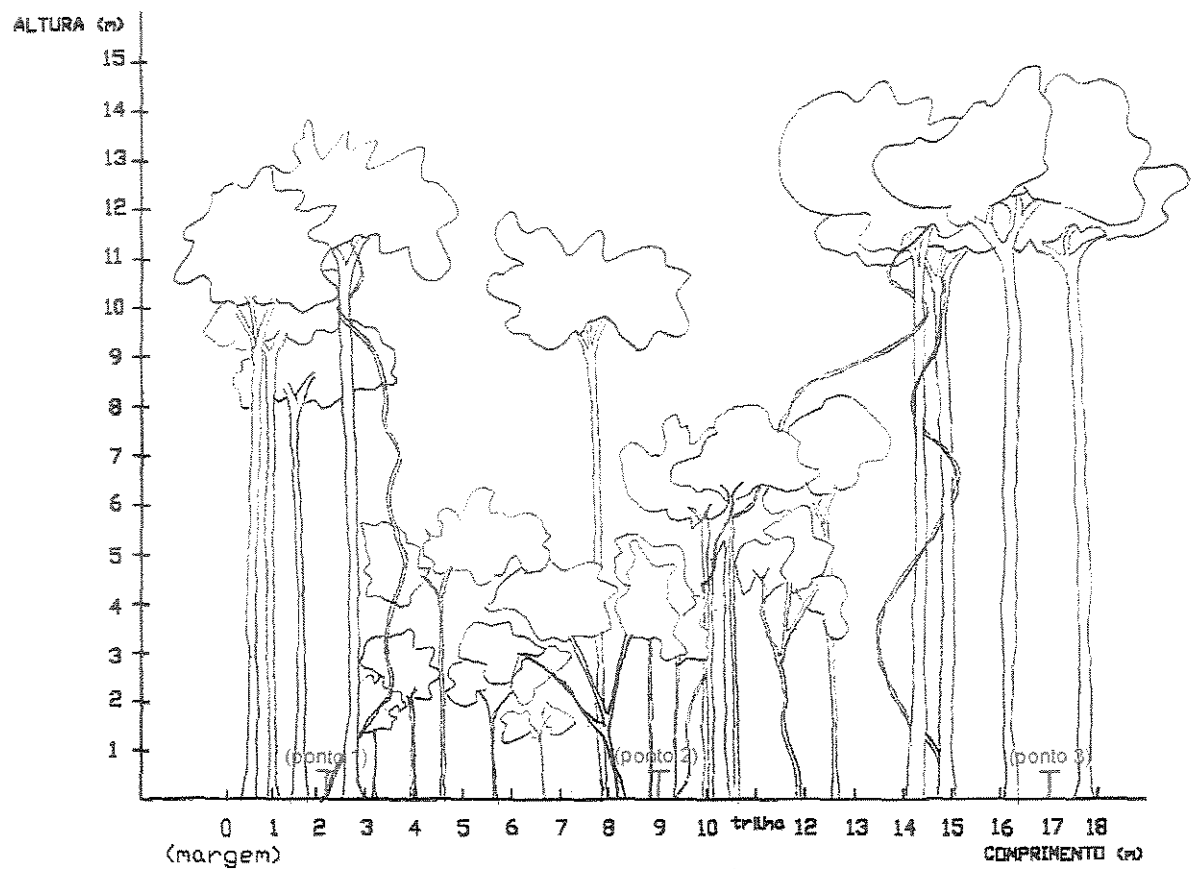


Figura 5.2 – Perfil e relevo da estrutura A

## B) Estrutura B



Figura 5.3 – Vista geral da vegetação na *estrutura B*

Nesta fisionomia a vegetação apresenta um porte bem mais baixo (fig. 5.3 e 5.4). É possível identificar 3 estratos vegetais, sendo que o primeiro é predominantemente arbustivo menor que 1 metro, o segundo não ultrapassa 3 metros e o terceiro chega a 5 metros.

O entorno desta estrutura é caracterizado por pastagens e também pela vegetação ripária de mesma tipologia, na margem oposta.

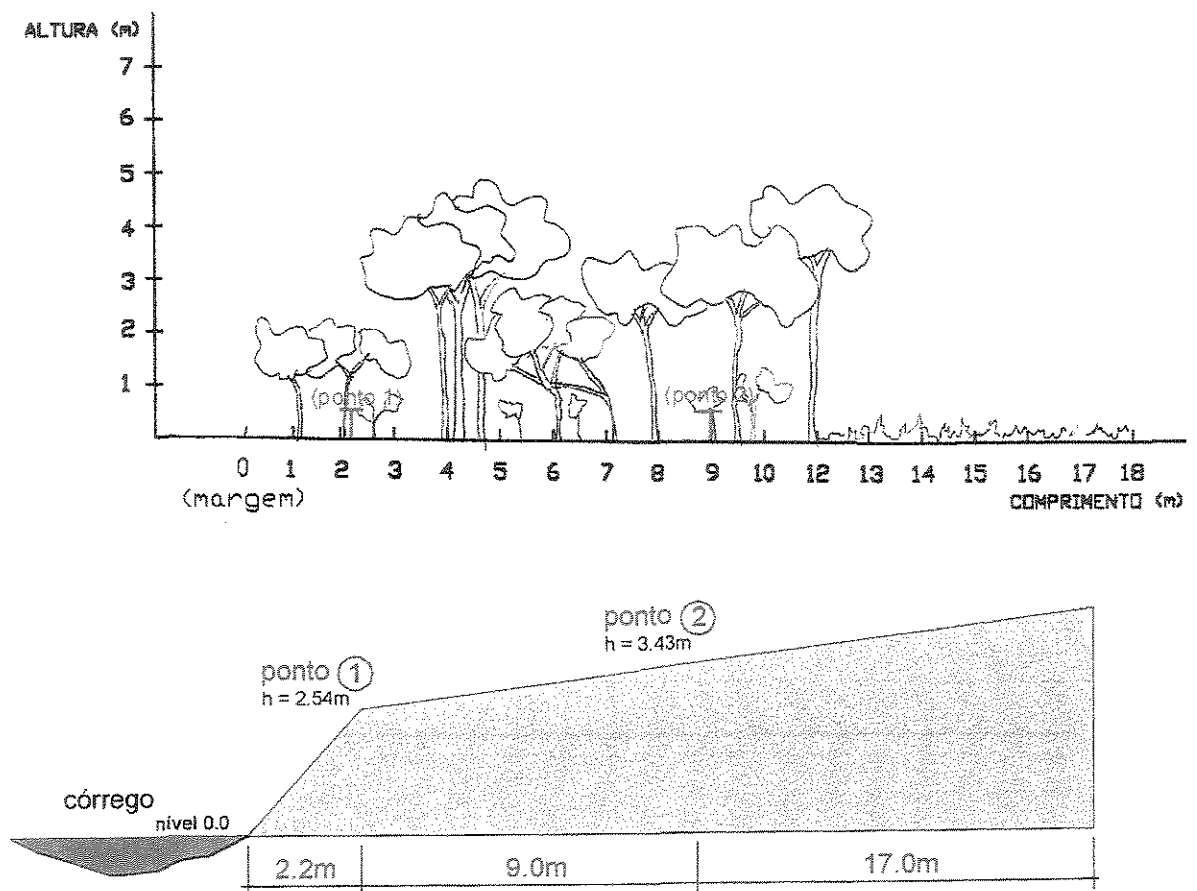


Figura 5.4 – Perfil e relevo da estrutura B

### C) Estrutura C



Figura 5.5 – Vista geral da vegetação na *estrutura C*

Trata-se de um local de pastagens, com vegetação herbácea (fig. 5.5 e 5.6), apresentando tonalidades bem distintas entre o inverno (amarelada) e o verão (esverdeada). Esta mesma paisagem envolve a área amostrada.

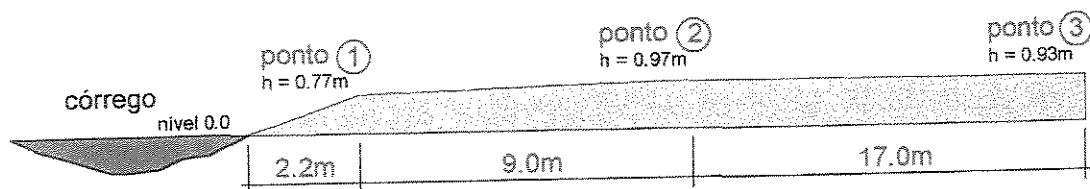
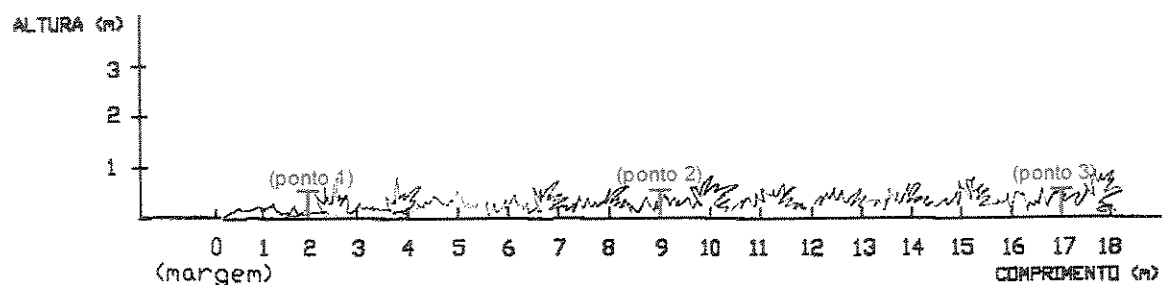


Figura 5.6 – Perfil e relevo da *estrutura C*

## 5.2 Comportamento das variáveis climáticas envolvidas

Neste item cabe lembrar que as análises de atenuação da radiação solar e temperatura de globo foram desenvolvidas apenas entre as estruturas A e B, uma vez que a estrutura C caracteriza-se como área de vegetação herbácea, onde os fatores envolvendo radiação solar apresentam-se com pouca variação.

### ▪ Atenuação da radiação solar

#### Estrutura A (pontos 1, 2 e 3)

As tabelas 5.1 e 5.2 apresentam os resultados da atenuação da radiação, no período de inverno e verão, respectivamente, assim como o resultado do erro padrão.

**Tabela 5.1 - Atenuação da radiação solar na estrutura A no período de inverno**

Energia total incidente ao sol = 0,16232 kW.h/m<sup>2</sup> (solarímetro 3 – Estrutura C- inverno)

Estrutura A	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> ) Solarímetro 1	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> ) Solarímetro 2	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> ) Solarímetro 3	Atenuação da radiação solar (%) Solarímetro 1	Atenuação da radiação solar (%) Solarímetro 2	Atenuação da radiação solar (%) Solarímetro 3
23/06/99	0,00464	0,01051	0,00692	97,1	93,5	95,7
25/06/99	0,00444	0,01176	0,00638	97,3	92,8	96,1
27/06/99	0,00464	0,01125	0,00638	97,1	93,1	96,1
<i>Média</i>				97,2	93,1	96,0
<i>α(+/-)</i>				0,0	0,2	0,1

**Tabela 5.2 - Atenuação da radiação solar na estrutura A no período de verão**

Energia total incidente ao sol = 0,2745 kW.h/m<sup>2</sup> (solarímetro 3 – Estrutura C- verão)

Estrutura A	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> ) Solarímetro 1	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> ) Solarímetro 2	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> ) Solarímetro 3	Atenuação da radiação solar (%) Solarímetro 1	Atenuação da radiação solar (%) Solarímetro 2	Atenuação da radiação solar (%) Solarímetro 3
08/12/99	0,02054	0,01911	0,00953	92,5	93,0	96,5
09/12/99	0,00983	0,01161	0,00632	96,4	95,8	97,7
15/12/99	0,01777	0,01548	0,00741	93,5	94,4	97,3
<i>Média</i>				94,2	94,4	97,2
<i>α(+/-)</i>				1,2	0,8	0,3



### Estrutura B (pontos 1 e 2)

As tabelas 5.3 e 5.4 apresentam os resultados da atenuação da radiação, no período de inverno e verão, respectivamente, assim como o resultado do erro padrão.

Cabe salientar que na estrutura B temos apenas os pontos 1 e 2 apresentando estrato arbóreo.

**Tabela 5.3 - Atenuação da radiação solar na estrutura B no período de inverno**

Energia total incidente ao sol = 0,16232 kW.h/m<sup>2</sup> (solarímetro 3 – Estrutura C- inverno)

Estrutura B	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> )	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> )	Atenuação da radiação solar (%)	Atenuação da radiação solar (%)
	Solarímetro 1	Solarímetro 2	Solarímetro 1	Solarímetro 2
29/06/99	0,04746	0,02412	70,8	85,1
30/06/99	0,06453	0,02774	60,2	82,9
03/07/99	0,06735	0,02846	58,5	82,5
	Média		63,2	83,5
	$\alpha(+/-)$		3,8	0,8

**Tabela 5.4 - Atenuação da radiação solar na estrutura B no período de verão**

Energia total incidente ao sol = 0,2745 kW.h/m<sup>2</sup> (solarímetro 3 – Estrutura C- verão)

Estrutura B	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> )	Energia total incidente (kW.h/m <sup>2</sup> )	Atenuação da radiação solar (%)	Atenuação da radiação solar (%)
	Solarímetro 1	Solarímetro 2	Solarímetro 1	Solarímetro 2
16/12/99	0,07706	0,07541	71,9	72,5
17/12/99	0,07870	0,07510	71,3	72,6
18/12/99	0,07449	0,07575	72,9	72,4
	Média		72,0	72,5
	$\alpha(+/-)$		0,4	0,1

Em todos os casos, os resultados foram muito coerentes, para os três dias de medição, pois na maioria dos casos, o erro padrão ficou abaixo de 1% da média.

Outro aspecto que foi possível perceber, não só com estes resultados mas também nas várias análises desenvolvidas posteriormente, é que as medições do período de inverno foram mais significativas que as do verão, uma vez que possibilitaram uma maior relação com a fisionomia das diferentes estruturas.

Comparando os resultados da atenuação da radiação solar, pode-se perceber que a estrutura A (atenuação de até 97,2%) apresenta um valor maior que na estrutura B (atenuação de até 83,5%). Porém, pode-se considerar que a estrutura B apresentou um resultado bastante significativo por se tratar de uma área bastante degradada.

Assim, no período de inverno, percebeu-se claramente a influência das clareiras no resultado da atenuação (fig.5.7). Observando o ponto 2 na estrutura A (fig. 5.2) e o ponto 1 da estrutura B (fig. 5.4) no item 5.1, podemos perceber um dossel mais rarefeito comparados aos outros pontos nessas estruturas, e é justamente nesses pontos que detectou-se uma menor atenuação da radiação solar

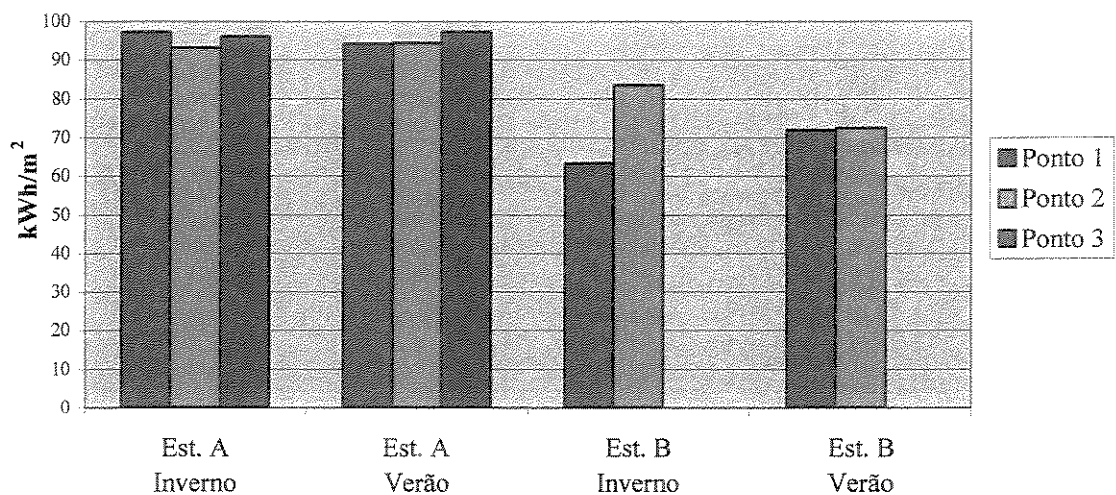


Figura 5.7 – Gráfico comparativo dos resultados de atenuação

## B) Variáveis climáticas envolvidas

Apresenta-se, a seguir, os resultados das variações de radiação solar, temperatura ambiente e de globo e umidade relativa nas diferentes estruturas.

## ▪ Radiação solar

Com relação à radiação solar fica claro, pela análise da figura 5.8, a diferença de comportamento entre as estruturas da vegetação A e B. Pode-se afirmar que nos pontos da estrutura A não ocorrem grandes diferenças com relação à radiação incidente, enquanto que na estrutura B os pontos 1 e 2 apresentam alterações significativas.

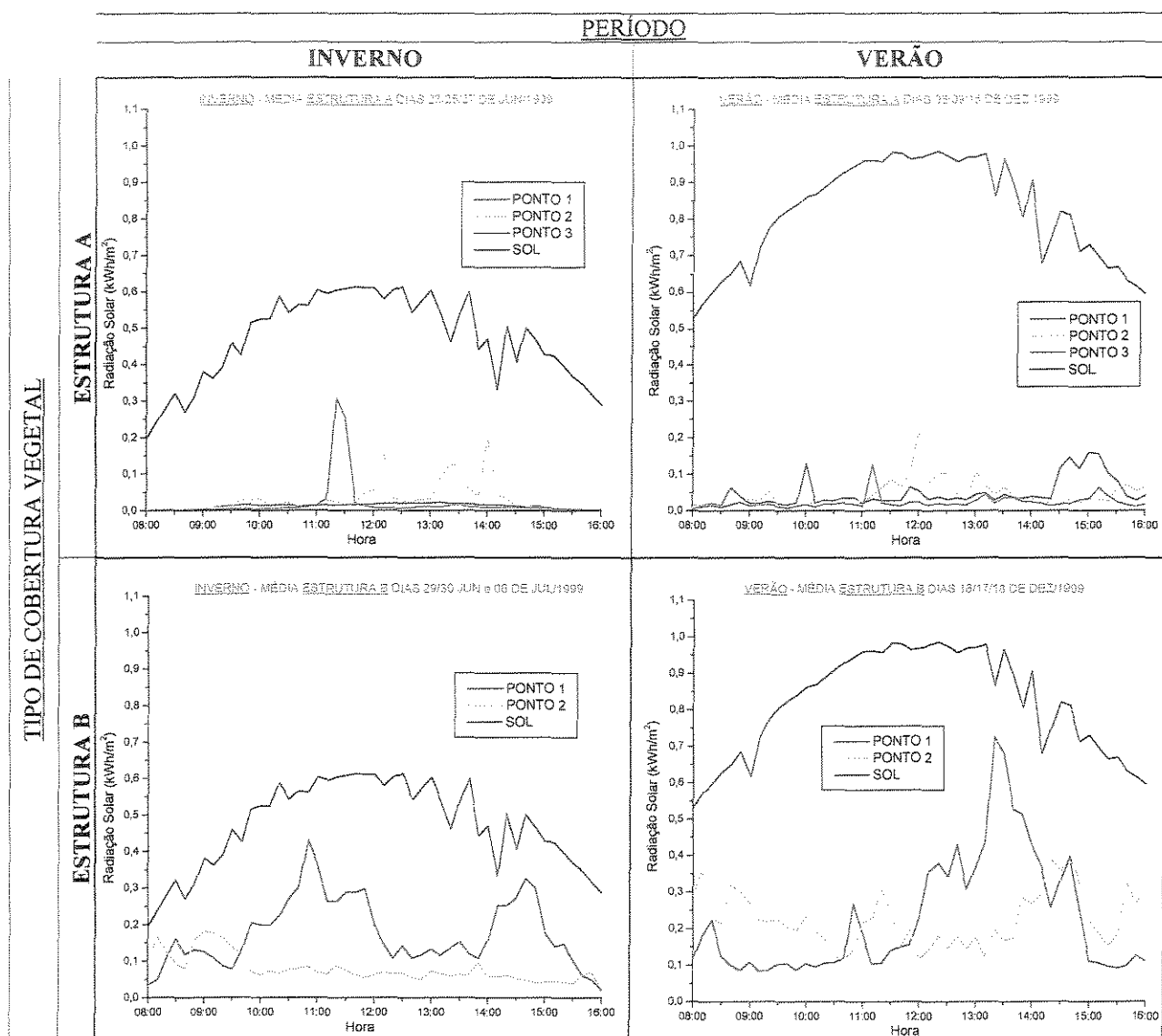


Figura 5.8 – Variação da radiação solar nas diferentes estruturas vegetais

## ▪ Temperatura ambiente

Em geral, a temperatura ambiente apresenta uma tendência de aumento no decorrer do dia, voltando a cair mais para o final da tarde.

Os dados de temperatura ambiente entre os diferentes pontos (fig. 5.9) não são tão expressivos quanto os resultados da radiação solar. Porém, ainda percebe-se uma sensível diferença entre os pontos localizados nas estruturas B e C da vegetação, o que não acontece na estrutura A. Já na análise da figura 5.10 pode-se perceber que a temperatura ambiente é menor quanto mais densa e aglomerada for a cobertura vegetal arbórea.

Na tabela 5.5 são apresentados os valores da variação da temperatura ambiente nos pontos das estruturas vegetais A e B com relação aos mesmos na estrutura C. Através desta análise pode-se corroborar sobre a importância da vegetação no controle da temperatura ambiente, com valores bastante significativos dessa variação, chegando a até 6,7°C a menos para a estrutura B e a 12,2°C para a estrutura A. Estas ocorreram, principalmente, no intervalo das 11 às 15hs.

**Tabela 5.5 – Variação máxima da temperatura ambiente (°C) em relação a estrutura C**

	Estrutura A		Estrutura B	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão
<b>Ponto 1</b>	- 12,2 (15h)	- 11,3 (15h)	- 4,4 (13h)	- 6,7 (15h)
<b>Ponto 2</b>	- 9,2 (11h)	- 11,1 (15h)	- 3,0 (11h)	- 5,8 (11h)
<b>Ponto 3</b>	- 10,0 (13h)	- 11,3 (15h)	*	*

Obs.: (...) horário de maior variação; \* ponto sem medição

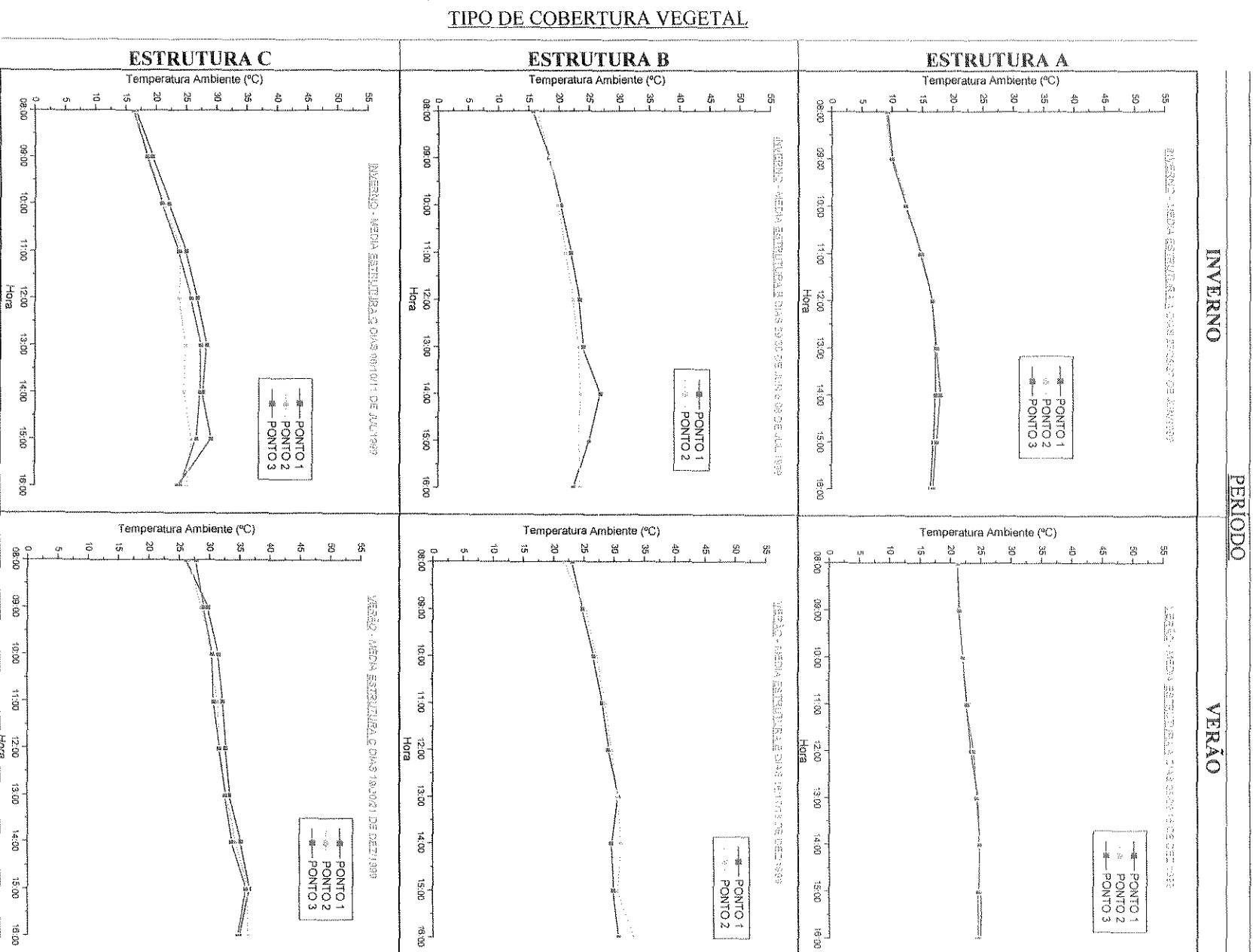


Figura 5.9 – Variação da temperatura ambiente nas diferentes estruturas vegetais

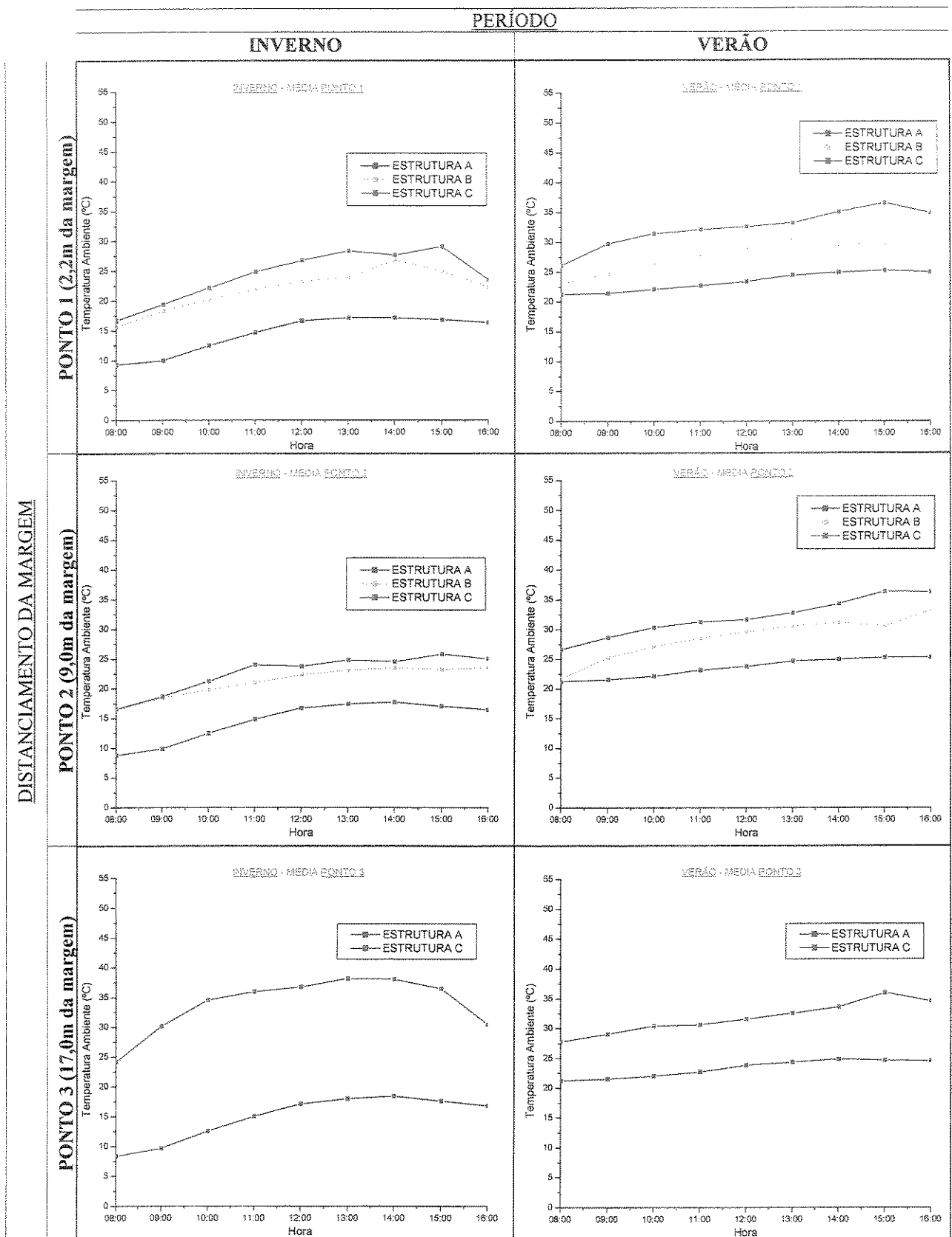


Figura 5.10 – Variação da temperatura ambiente dos pontos em relação à margem

## ▪ Temperatura de globo

A temperatura de globo apresenta a mesma tendência que a temperatura ambiente, com um aumento durante o dia, voltando a cair mais para o final da tarde.

Analisando a figura 5.11 verifica-se que a temperatura de globo nos diversos pontos da estrutura A apresenta valores bem próximos da temperatura ambiente, o que não acontece na estrutura B, onde a incidência da radiação solar é maior.

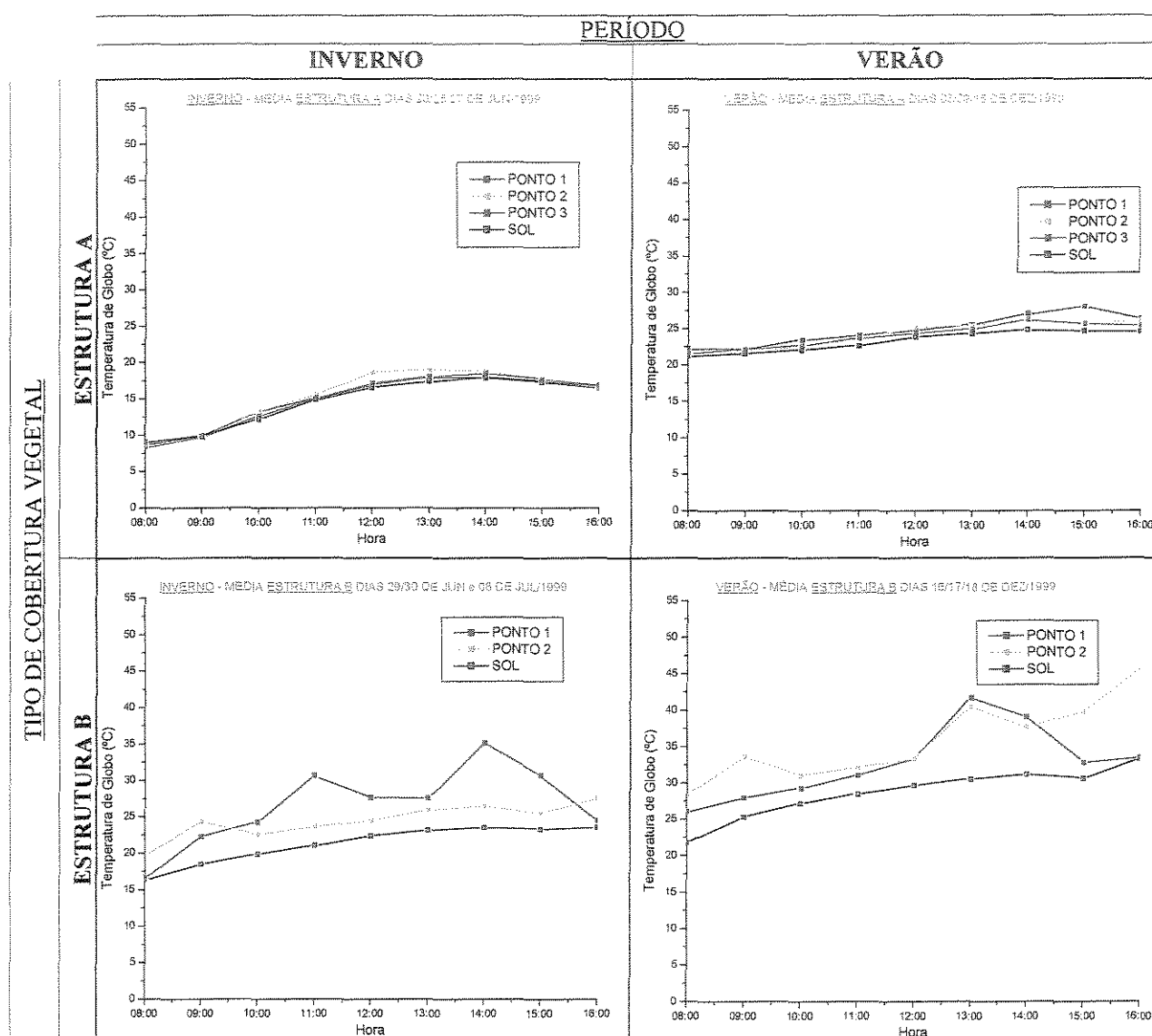


Figura 5.11 – Variação da temperatura de globo nas diferentes estruturas vegetais

Com base na figura 5.12, elaborou-se a tabela 5.6 onde são apresentados os valores da variação da temperatura de globo nos pontos das estruturas A (com variação de até 26,1°C) e B (com variação de 19,6°C) com relação aos mesmos na estrutura C. Pode-se perceber que as maiores diferenças ocorreram no intervalo das 10 às 15hs.

**Tabela 5.6 – Variação máxima da temperatura de globo (°C) em relação a estrutura C**

	Estrutura A		Estrutura B	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão
<b>Ponto 1</b>	- 19,8 (15h)	- 26,1 (11h)	- 9,5 (13h)	- 19,6 (10h)
<b>Ponto 2</b>	- 22,7 (10h)	- 23,8 (10h)	- 14,4 (12h)	- 15,3 (10h)
<b>Ponto 3</b>	- 22,0 (10h)	- 25,2 (13h)	*	*

Obs.: (...) horário de maior variação; \* ponto sem medição

Assim como a temperatura ambiente, a temperatura de globo será menor quanto mais densa e aglomerada for a cobertura vegetal arbórea.



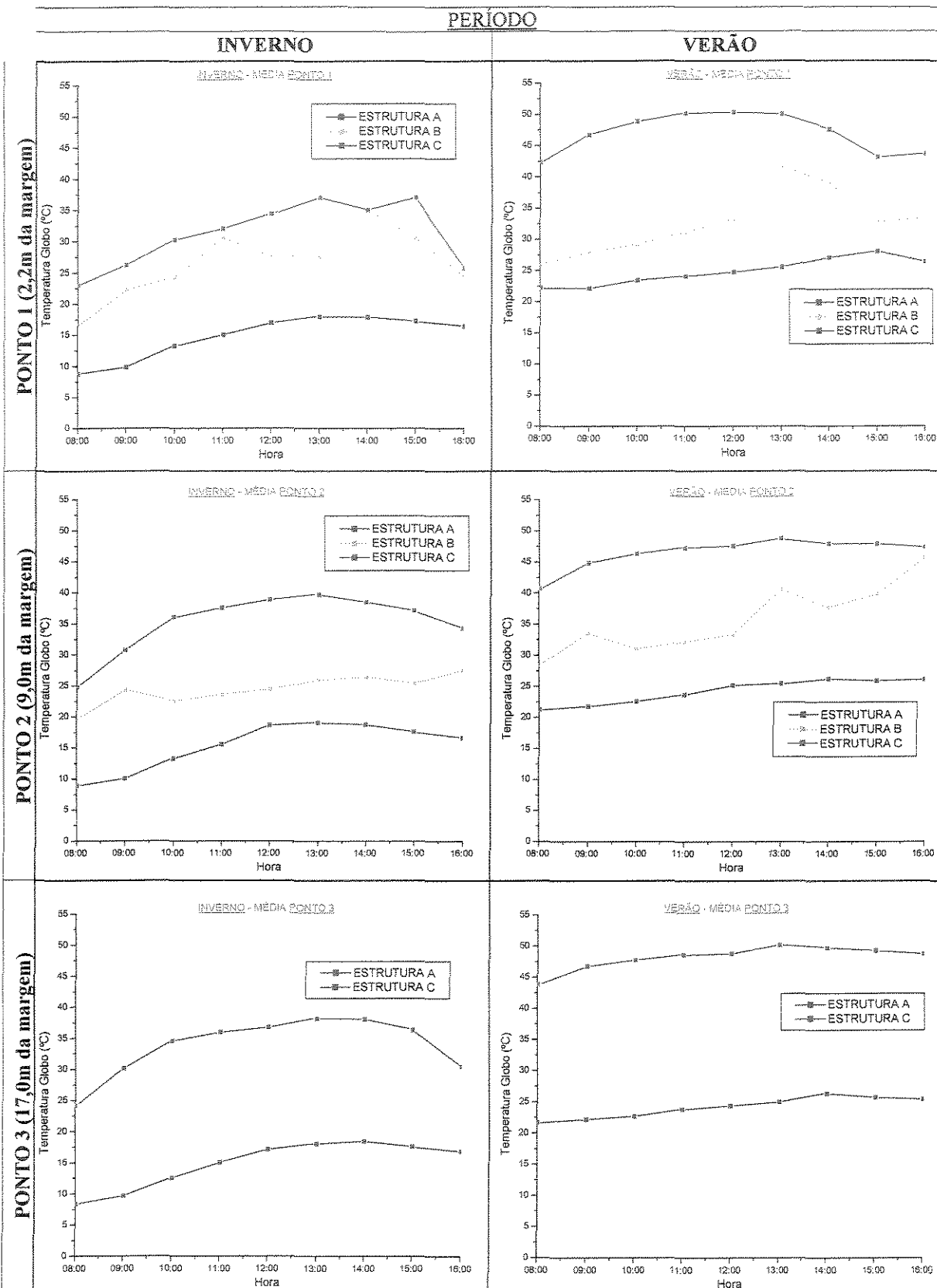


Figura 5.12 – Variação da temperatura de globo dos pontos em relação à margem

## ▪ Umidade relativa

Entre as variáveis climáticas analisadas, a umidade relativa é a de maior expressividade. Constatou-se que, apesar de não ter havido uma variação significativa entre os pontos nas diferentes estruturas, há uma grande diferença de comportamento ao longo do dia entre as mesmas, além da variação das medições entre os períodos (figura 5.13).

Esta variação (estruturas A-inverno: 90-100%; A-verão: 85-100%; B-inverno: 60-90%, B-verão: 40-65%; C-inverno: 50-90%, C-verão: 40-75%), mostra a importância da vegetação no controle da umidade relativa.

Já na figura 5.14 pode-se dizer que a diferença entre os pontos em relação à margem é bastante expressiva, também observado na tabela 5.7.

**Tabela 5.7 – Variação máxima da umidade relativa em relação a estrutura C**

	Estrutura A		Estrutura B	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão
<b>Ponto 1</b>	- 42,8 (13h)	- 49,2 (10h)	- 11,2 (11h)	- 14,6 (16h)
<b>Ponto 2</b>	- 43,5 (11h)	- 50,1 (12h)	- 12,3 (11h)	- 8,8 (10h)
<b>Ponto 3</b>	- 46,9 (12h)	- 50,2 (11h)	*	*

Obs.: (...) horário de maior amplitude; \* ponto sem medição

TIPO DE COBERTURA VEGETAL

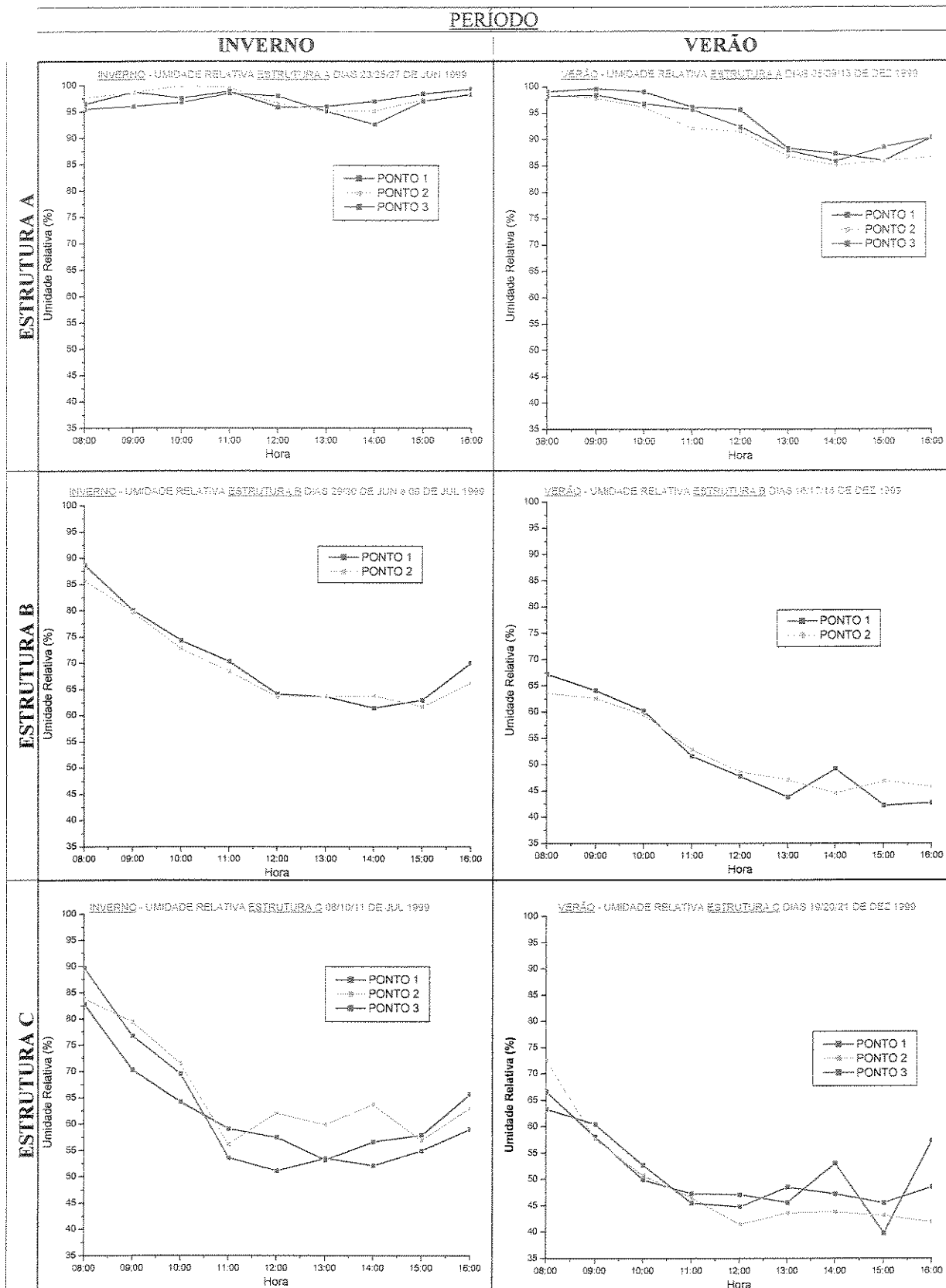


Figura 5.13 – Variação da umidade relativa nas diferentes estruturas vegetais

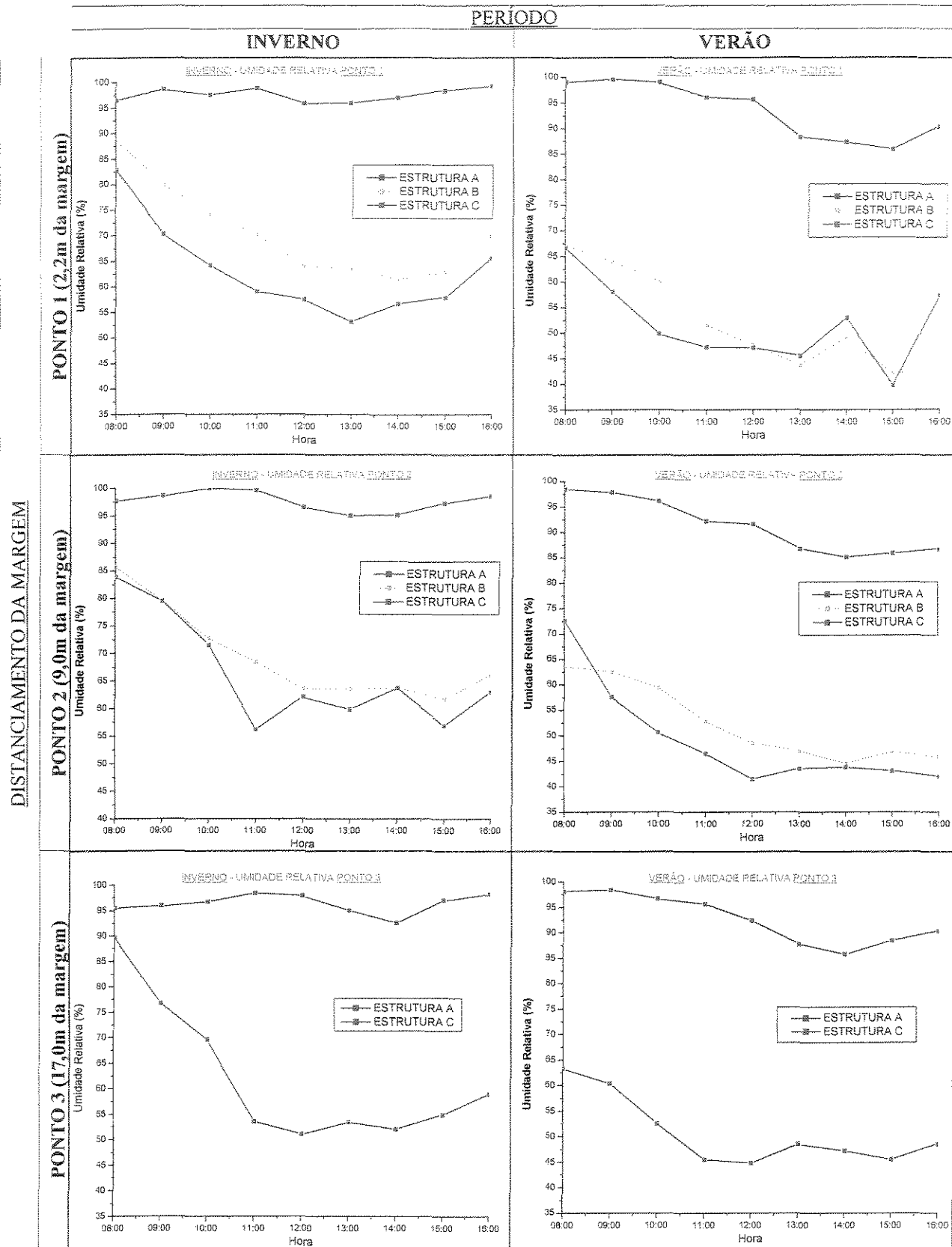


Figura 5.14 – Variação da umidade relativa dos pontos em relação à margem

### 5.3 Caracterização do leito

A água é transparente em todos os pontos analisados. Nos pontos das estruturas A e B encontramos um curso d'água com leito rochoso, enquanto no ponto da estrutura C um leito arenoso. As copas das árvores na estrutura A chegam a sombrear em grande parte seu leito. O mesmo não ocorre nas estruturas B e C. As distâncias e localização dos termômetros de centro e borda podem ser vistas na figura 5.15.

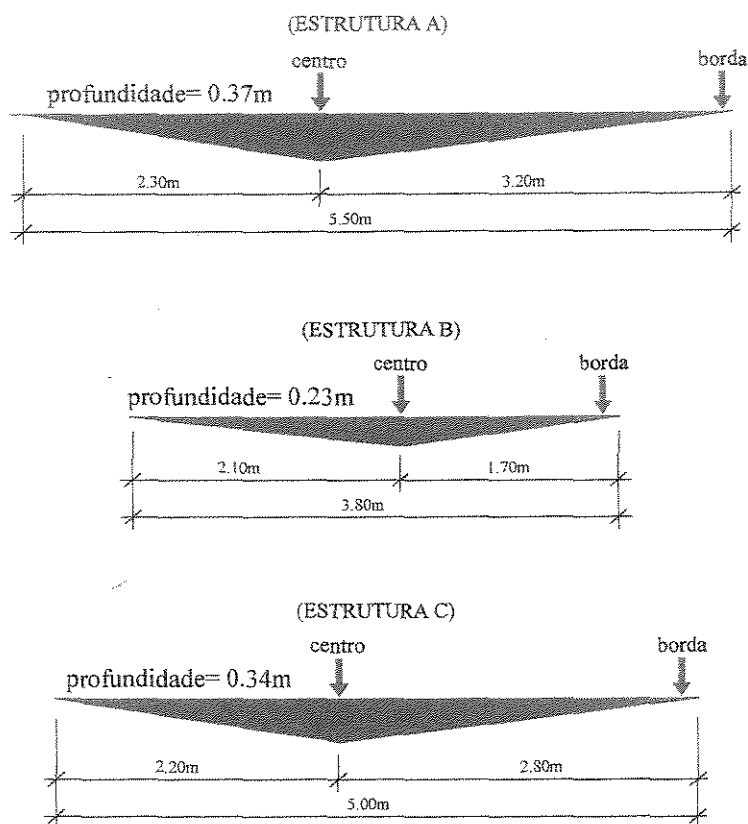


Figura 5.15 – Perfil do leito nas diferentes estruturas

#### 5.4 Análise da temperatura da água

Analisando-se a figura 5.16 evidenciam-se as diferenças entre as temperaturas de centro e borda e sua relação com a temperatura ambiente, em cada estrutura analisada.

É interessante notar o comportamento da temperatura ambiente em relação à temperatura da água na estrutura A, principalmente no inverno. Neste local, a água apresenta, durante um certo período, uma temperatura maior que a temperatura ambiente.

Ainda pela figura 5.16 percebe-se que a maior diferença entre a temperatura ambiente e a da água ocorreu na estrutura C. Nesta estrutura, a água (tanto da borda como de centro) apresentou uma temperatura 10,9°C menor que a temperatura ambiente no inverno e 9,8°C no verão.

Observando a figura 5.17, as temperaturas da água na estrutura B e C no inverno, tanto na borda como no centro, apresentam valores bem próximos. Já no verão esta diferença é maior chegando em média a 1,8°C.

Já a temperatura da água na estrutura A, tanto no inverno como no verão apresenta uma média de 2,9°C com relação à mesma na estrutura C.

Com esses resultados pode-se inferir que a vegetação exerce influência não só com relação às variáveis climáticas mas também pode influenciar a temperatura da água.

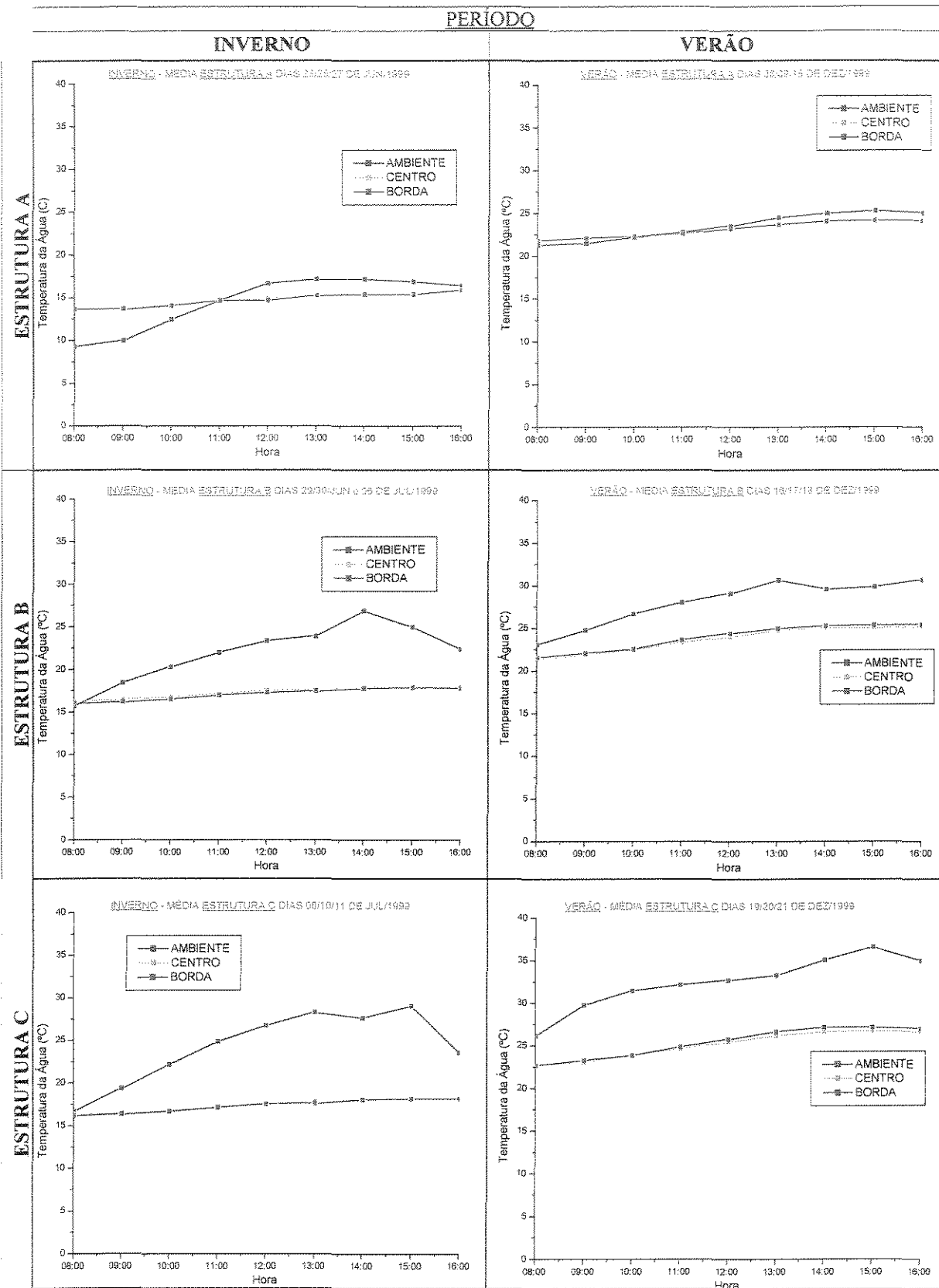


Figura 5.16 – Variação da temperatura da água nas diferentes estruturas envolvidas

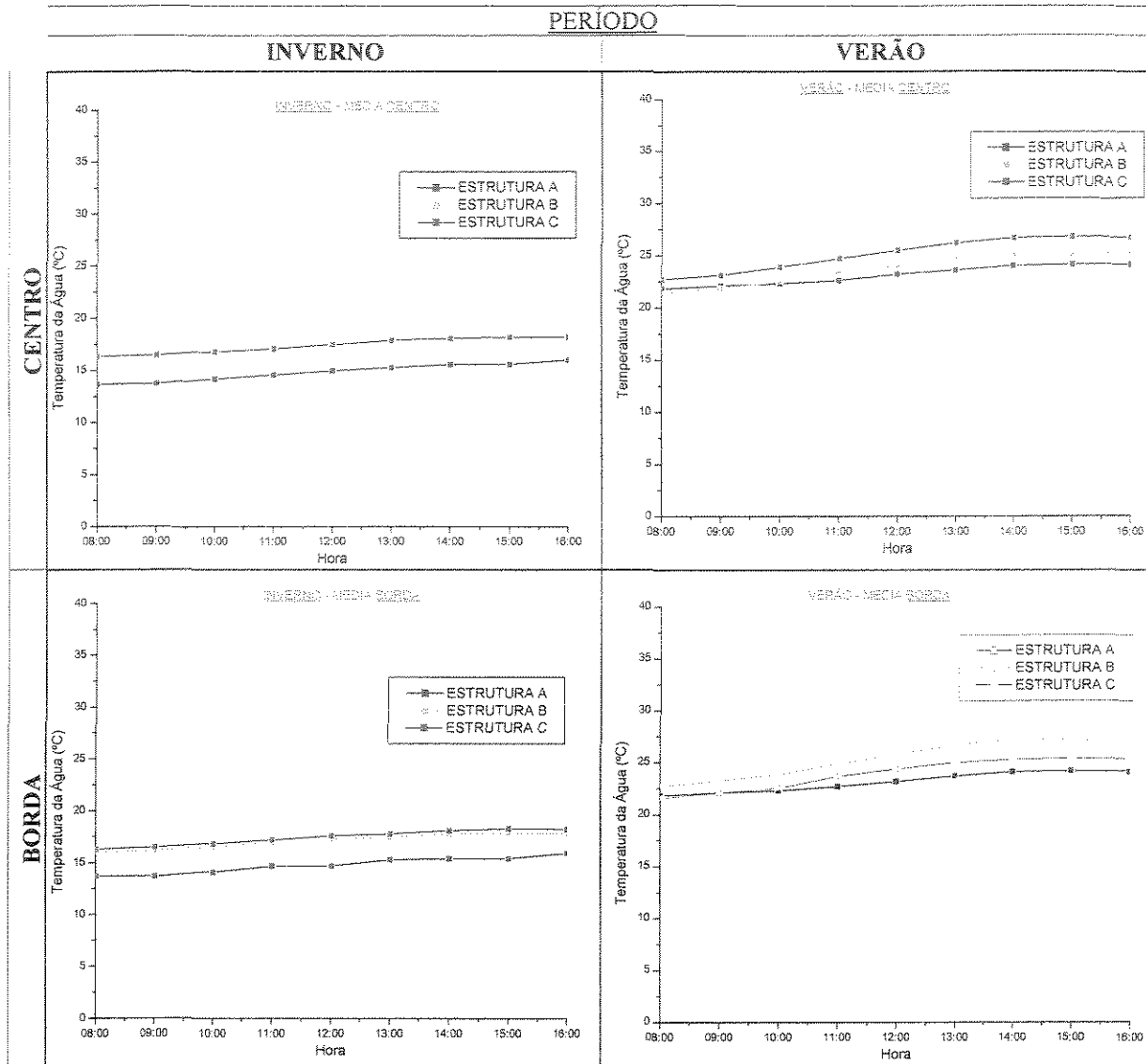


Figura 5.17 – Variação da temperatura da água no centro e borda



## 6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

- ✓ Existe uma relação direta entre a atenuação da radiação solar e a fisionomia da vegetação. Os pontos que apresentavam uma vegetação pouco mais rarefeita também apresentavam uma menor atenuação da radiação solar.
- ✓ Com base nos resultados observou-se que, entre as estruturas estudadas, a mata fechada e pouco alterada, denominada de estrutura A, apresenta uma atenuação solar de até 97,2% (inverno e verão), enquanto que a estrutura B mostrou atenuação máxima de 83,5% no inverno e 72,5% no verão. Apesar da menor eficiência, estes resultados mostram a importância da estrutura B, a qual, mesmo se tratando de uma cobertura vegetal bastante degradada apresentou uma alta atenuação da radiação solar. Este fato corrobora a análise feita por CASTRO (1999), que encontrou uma atenuação de até 88,24% no Bosque dos Artistas, uma praça criada há poucos anos, com baixa densidade de cobertura arbórea.
- ✓ Por meio da comparação com a estrutura C, a temperatura ambiente na estrutura A apresentou-se 12,2°C menor no inverno e 11,3°C no verão. Na estrutura B, obteve-se uma redução de 4,4°C no inverno e 6,7°C no verão. Este resultado evidencia a importância da cobertura arbórea para amenizar a temperatura ambiente, que tem influência direta no conforto térmico.
- ✓ As temperaturas de globo nos diversos pontos da estrutura A, apresentaram valores bem próximos das temperaturas ambiente, o que não aconteceu para a estrutura B. Também a variação da temperatura de globo entre as diferentes estruturas é mais acentuada do que a variação da temperatura ambiente.

- ✓ A umidade relativa é a variável climática cuja análise foi de maior expressividade, com grande diferença de comportamento ao longo do dia e valores absolutos entre as três estruturas vegetais estudadas, o que evidencia a importância da vegetação no controle desse fator climático.
- ✓ A vegetação exerce influência não só com relação às variáveis climáticas mas, dependendo da fisionomia da mata ciliar, pode amenizar a temperatura da água em até 3°C. Também observou-se que numa área de campo, a diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura da água pode chegar a 10,9°C, provavelmente influenciando no microclima local.
- ✓ Os resultados apresentados mostram a importância da vegetação na atenuação da radiação solar e seu papel, em conjunto com os cursos d'água, em tornar a temperatura ambiente mais amena e aumentar a umidade relativa, o que poderá mostrar grande influência nas análises de conforto térmico.
- ✓ Na análise das variáveis climáticas, observou-se que as maiores diferenças entre as estruturas ocorreram no período de inverno das 10 às 15h. Assim, sugere-se que este é um intervalo propício para medições, pois concentra as variações mais significativas.
- ✓ Por fim, este estudo evidencia que a conservação e recomposição das matas ciliares no contexto urbano, além de inúmeras outras funções, é também importante para o equilíbrio de condições do clima local.

## **ANEXOS**

## **ANEXO A – Resultados de temperaturas e velocidade do vento**

## MÉDIAS DAS TEMPERATURAS E VELOCIDADE DO VENTO - INVERNO

### ESTRUTURA A

média dos dias 23/25/27 jun de 1999

	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3				TEMP. ÁGUA	
	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	CENTRO	BORDA
08:00	9,3	9,1	8,8	0,1	8,8	8,8	8,9	0,1	9,1	8,8	8,4	0,0	13,7	13,7
09:00	10,0	9,9	9,9	0,1	9,9	9,8	10,1	0,1	9,9	9,6	9,7	0,0	13,8	13,7
10:00	12,5	12,3	13,3	0,1	12,5	12,5	13,3	0,1	12,2	11,9	12,6	0,0	14,2	14,1
11:00	14,7	14,6	15,1	0,2	14,9	14,8	15,6	0,1	14,9	14,8	15,1	0,2	14,6	14,7
12:00	16,7	16,3	17,0	0,3	16,8	16,4	18,7	0,2	16,6	16,4	17,2	0,1	15,0	14,7
13:00	17,2	16,8	18,0	0,2	17,5	16,9	19,1	0,1	17,4	16,9	18,1	0,2	15,3	15,3
14:00	17,2	16,9	17,9	0,3	17,8	17,2	18,8	0,1	18,0	17,2	18,5	0,3	15,6	15,4
15:00	16,9	16,7	17,3	0,2	17,1	16,8	17,7	0,3	17,4	17,1	17,7	0,1	15,6	15,4
16:00	16,4	16,3	16,5	0,1	16,5	16,3	16,7	0,1	16,8	16,6	16,9	0,1	16,0	15,9

### ESTRUTURA B

média dos dias 29/30/jun e 06/jul de 1999

	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3				TEMP. ÁGUA	
	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	CENTRO	BORDA
08:00	15,7	14,5	16,6	0,5	16,4	14,9	19,7	0,6	17,1	15,5	22,5	1,1	16,3	16,0
09:00	18,4	16,2	22,3	0,4	18,5	16,3	24,4	0,4	20,8	17,0	27,9	0,8	16,5	16,2
10:00	20,3	17,3	24,3	1,2	19,9	16,8	22,6	1,0	21,1	19,3	24,7	1,1	16,8	16,5
11:00	22,0	18,4	30,7	1,5	21,1	17,3	23,7	1,4	22,5	19,8	27,3	1,3	17,2	17,0
12:00	23,4	18,8	27,7	1,7	22,4	17,8	24,5	1,1	26,1	20,3	34,2	2,3	17,6	17,3
13:00	24,0	19,4	27,6	1,2	23,2	18,6	26,0	1,2	25,6	20,3	35,1	1,2	17,7	17,5
14:00	26,9	21,5	35,2	0,9	23,6	19,0	26,5	0,5	27,9	21,6	37,0	1,0	18,0	17,8
15:00	25,0	20,1	30,7	0,9	23,3	18,5	25,5	1,0	26,6	20,8	34,5	2,0	18,1	17,9
16:00	22,4	18,8	24,5	0,5	23,6	19,3	27,6	0,7	24,9	20,1	30,3	1,1	18,0	17,8

### ESTRUTURA C

média dos dias 08/10/11 jul de 1999

	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3				TEMP. ÁGUA	
	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	CENTRO	BORDA
08:00	16,7	15,0	23,0	0,6	16,6	15,0	24,8	0,8	16,3	15,2	24,2	1,1	16,4	16,2
09:00	19,4	16,1	26,3	0,7	18,7	16,5	30,8	1,6	18,5	16,1	30,2	0,8	16,5	16,4
10:00	22,2	17,8	30,3	1,4	21,3	18,0	36,0	1,1	21,0	17,4	34,6	1,1	16,8	16,7
11:00	24,9	19,5	32,1	1,7	24,1	18,5	37,6	2,3	23,7	17,7	36,0	1,8	17,1	17,2
12:00	26,8	20,8	34,5	1,3	23,8	19,0	38,9	1,7	25,8	19,0	36,8	1,5	17,5	17,6
13:00	28,4	21,5	37,1	0,9	24,9	19,7	39,7	1,0	27,4	20,8	38,2	0,8	17,9	17,7
14:00	27,7	21,5	35,1	0,5	24,6	19,9	38,5	1,3	27,3	20,4	38,1	1,1	18,1	18,1
15:00	29,1	22,9	37,1	0,5	25,9	20,0	37,2	0,6	26,7	20,4	36,5	1,1	18,2	18,2
16:00	23,6	19,3	25,8	0,3	25,1	20,2	34,3	0,6	24,0	18,8	30,5	0,6	18,2	18,1

## TEMPERATURAS E VELOCIDADE DO VENTO - INVERNO

### ESTRUTURA A - Ponto 1

\*média dos dias 23/25/27 jun de 1999

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	8,0	9,0	11,0	9,3	7,8	8,7	10,7	9,1	7,5	8,3	10,5	8,8	0,1	0,2	0,0	0,1
09:00	8,5	9,8	11,6	10,0	8,4	9,7	11,5	9,9	8,7	9,6	11,5	9,9	0,1	0,1	0,0	0,1
10:00	11,2	12,1	14,3	12,5	11,0	11,9	14,1	12,3	12,2	12,6	15,0	13,3	0,0	0,1	0,1	0,1
11:00	13,5	14,4	16,3	14,7	13,4	14,3	16,2	14,6	14,0	14,9	16,5	15,1	0,0	0,1	0,6	0,2
12:00	15,2	16,6	18,2	16,7	15,0	16,0	17,8	16,3	15,9	16,6	18,6	17,0	0,2	0,2	0,4	0,3
13:00	15,8	16,8	19,0	17,2	15,6	16,4	18,4	16,8	16,6	17,5	19,9	18,0	0,2	0,2	0,3	0,2
14:00	16,1	16,8	18,8	17,2	15,9	16,6	18,3	16,9	17,0	17,4	19,4	17,9	0,1	0,2	0,5	0,3
15:00	15,7	16,6	18,4	16,9	15,7	16,5	18,0	16,7	16,4	17,0	18,6	17,3	0,2	0,2	0,2	0,2
16:00	15,4	16,4	17,4	16,4	15,4	16,4	17,2	16,3	15,6	16,5	17,4	16,5	0,2	0,1	0,1	0,1

### ESTRUTURA B - Ponto 1

\*média dos dias 29/30/jun e 06/jul de 1999

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	17,7	14,5	14,8	15,7	15,3	14,5	13,8	14,5	18,4	15,8	15,7	16,6	0,2	0,2	1,3	0,5
09:00	21,4	17,3	16,5	18,4	17,4	16,5	14,7	16,2	25,2	23,0	18,7	22,3	0,2	0,3	0,7	0,4
10:00	23,3	18,5	19,2	20,3	18,2	17,0	16,8	17,3	27,0	23,5	22,5	24,3	2,3	0,7	0,7	1,2
11:00	25,5	19,4	21,2	22,0	19,5	17,2	18,4	18,4	33,0	28,8	30,3	30,7	0,9	1,0	2,6	1,5
12:00	26,4	20,4	23,4	23,4	19,2	17,5	19,6	18,8	30,4	24,8	28,0	27,7	4,2	0,2	0,7	1,7
13:00	25,4	22,4	24,3	24,0	19,4	18,7	20,0	19,4	29,0	26,4	27,4	27,6	2,4	0,4	0,8	1,2
14:00	26,7	22,7	31,2	26,9	20,8	18,9	24,8	21,5	30,8	35,1	39,8	35,2	1,3	0,9	0,4	0,9
15:00	25,8	24,4	24,7	25,0	19,8	20,0	20,5	20,1	28,7	32,2	31,3	30,7	1,2	0,8	0,5	0,9
16:00	24,7	21,1	21,5	22,4	19,5	18,1	18,7	18,8	26,0	23,5	23,9	24,5	0,7	0,2	0,6	0,5

### ESTRUTURA C - Ponto 1

\*média dos dias 08/10/11 jul de 1999

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	18,7	14,7	16,8	16,7	18,7	12,6	13,8	15,0	29,9	17,5	21,7	23,0	0,3	0,5	1,1	0,6
09:00	19,2	18,7	20,4	19,4	18,9	13,9	15,4	16,1	29,4	23,3	26,1	26,3	0,1	1,1	0,8	0,7
10:00	22,7	20,6	23,3	22,2	21,3	15,2	16,9	17,8	33,4	27,3	30,2	30,3	0,6	1,3	2,3	1,4
11:00	25,8	23,4	25,4	24,9	22,6	17,1	18,7	19,5	34,3	28,8	33,2	32,1	1,1	2,1	1,9	1,7
12:00	25,8	26,1	28,4	26,8	21,8	19,1	21,6	20,8	33,7	31,3	38,4	34,5	1,1	2,1	0,9	1,3
13:00	27,2	28,4	29,6	28,4	21,9	20,3	22,4	21,5	34,0	35,6	41,8	37,1	0,6	1,7	0,5	0,9
14:00	28,4	28,3	26,4	27,7	22,7	21,2	20,7	21,5	33,9	34,1	37,3	35,1	0,4	0,4	0,7	0,6
15:00	27,3	29,6	30,3	29,1	22,6	22,7	23,3	22,9	34,1	37,2	40,0	37,1	0,3	0,4	0,9	0,5
16:00	24,9	22,8	23,2	23,6	21,4	18,3	18,3	19,3	27,4	25,0	24,9	25,8	0,3	0,3	0,3	0,3

## (CONTINUAÇÃO)

### ESTRUTURA A - Ponto 2

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	7,6	8,0	10,7	8,8	7,4	8,4	10,6	8,8	8,0	8,3	10,5	8,9	0,1	0,1	0,2	0,1
09:00	8,4	9,7	11,6	9,9	8,3	9,5	11,5	9,8	8,5	10,0	11,7	10,1	0,1	0,0	0,1	0,1
10:00	11,0	12,4	14,2	12,5	11,0	12,4	14,2	12,5	11,8	13,1	15,0	13,3	0,0	0,0	0,1	0,1
11:00	13,6	14,6	16,4	14,9	13,6	14,4	16,3	14,8	14,2	15,5	17,2	15,6	0,1	0,0	0,2	0,1
12:00	15,5	16,4	18,5	16,8	15,3	16,1	17,9	16,4	17,4	18,5	20,1	18,7	0,2	0,1	0,2	0,2
13:00	16,1	17,2	19,3	17,5	15,8	16,5	18,4	16,9	17,4	18,6	21,2	19,1	0,2	0,1	0,2	0,1
14:00	16,4	17,4	19,6	17,8	16,2	16,8	18,5	17,2	17,2	18,6	20,5	18,8	0,1	0,1	0,0	0,1
15:00	15,9	16,8	18,6	17,1	15,7	16,5	18,2	16,8	16,5	17,5	19,1	17,7	0,5	0,2	0,2	0,3
16:00	15,4	16,7	17,4	16,5	15,3	16,5	17,2	16,3	15,5	17,0	17,7	16,7	0,2	0,2	0,0	0,1

### ESTRUTURA B - Ponto 2

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	18,5	14,8	15,9	16,4	15,6	14,8	14,4	14,9	22,7	16,4	20,0	19,7	0,2	0,2	1,4	0,6
09:00	21,2	17,5	16,9	18,5	16,7	17,2	14,9	16,3	24,9	23,2	25,2	24,4	0,2	0,2	0,9	0,4
10:00	22,3	17,7	19,7	19,9	17,5	16,5	16,3	16,8	25,0	20,6	22,1	22,6	1,3	0,9	1,0	1,0
11:00	24,4	18,9	19,9	21,1	18,2	18,6	17,0	17,3	27,0	21,4	22,8	23,7	1,1	1,5	1,5	1,4
12:00	25,9	19,4	21,8	22,4	18,7	16,7	17,9	17,8	27,6	22,4	23,5	24,5	2,2	0,4	0,7	1,1
13:00	25,3	21,3	23,0	23,2	18,9	18,0	18,9	18,6	27,4	24,5	26,0	26,0	1,4	1,3	0,9	1,2
14:00	25,7	21,4	23,7	23,6	19,7	18,0	19,3	19,0	28,6	24,4	28,5	26,5	0,4	0,8	0,5	0,5
15:00	25,3	21,7	23,0	23,3	18,8	17,9	18,7	18,5	27,5	24,4	24,5	25,5	1,6	1,2	0,1	1,0
16:00	24,8	23,3	22,6	23,6	18,9	19,5	19,5	19,3	26,0	29,1	27,8	27,6	1,1	0,3	0,7	0,7

### ESTRUTURA C - Ponto 2

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	20,0	13,4	16,4	16,6	17,8	12,5	14,6	15,0	30,6	21,1	22,8	24,8	0,4	1,1	0,9	0,8
09:00	19,8	17,2	19,0	18,7	18,1	14,9	16,5	16,5	32,7	31,1	28,5	30,8	0,2	2,1	2,4	1,6
10:00	23,7	19,7	20,6	21,3	20,4	16,4	17,3	18,0	42,8	33,8	31,4	36,0	0,6	0,6	2,1	1,1
11:00	26,8	21,7	23,9	24,1	21,5	16,4	17,5	18,5	43,8	35,5	33,5	37,6	1,2	3,2	2,6	2,3
12:00	24,9	22,5	24,0	23,8	21,3	17,0	18,7	19,0	44,0	36,4	36,3	38,9	0,9	2,2	2,0	1,7
13:00	26,1	24,3	24,4	24,9	21,4	17,7	19,9	19,7	41,0	40,0	38,0	39,7	0,8	1,5	0,6	1,0
14:00	26,7	23,5	23,7	24,6	21,3	19,4	19,1	19,9	41,1	39,9	34,5	38,5	0,7	0,9	2,2	1,3
15:00	25,5	25,1	27,0	25,9	20,3	19,7	20,0	20,0	39,0	38,2	34,3	37,2	0,5	0,7	0,6	0,6
16:00	24,8	25,2	25,2	25,1	21,4	19,5	19,7	20,2	36,9	34,5	31,4	34,3	0,3	0,7	0,7	0,6

(CONTINUAÇÃO)

ESTRUTURA A - Ponto 3

	SECO			MÉDIA ÚMIDO				MÉDIA GLOBO				MÉDIA VEL. AR				MÉDIA
08:00	7,8	8,5	11,0	9,1	7,5	8,0	10,8	8,8	7,0	8,1	10,1	8,4	0,0	0,1	0,0	0,0
09:00	8,7	9,6	11,4	9,9	8,0	9,5	11,3	9,6	8,2	9,5	11,5	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0
10:00	10,8	11,9	13,8	12,2	10,5	11,7	13,5	11,9	10,9	12,9	14,0	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0
11:00	13,6	14,6	16,5	14,9	13,4	14,5	16,4	14,8	13,7	14,7	17,0	15,1	0,0	0,0	0,4	0,2
12:00	15,3	16,3	18,2	16,6	15,1	16,3	17,8	16,4	15,6	16,7	19,4	17,2	0,1	0,0	0,1	0,1
13:00	15,8	17,0	19,4	17,4	15,5	16,7	18,5	16,9	16,3	17,3	20,7	18,1	0,1	0,1	0,6	0,2
14:00	16,4	17,4	20,3	18,0	16,1	17,3	18,3	17,2	17,0	18,0	20,5	18,5	0,1	0,0	0,8	0,3
15:00	16,2	17,2	18,7	17,4	15,9	17,0	18,3	17,1	16,4	17,5	19,3	17,7	0,2	0,0	0,2	0,1
16:00	15,6	17,1	17,7	16,8	15,4	17,1	17,4	16,6	15,6	17,2	17,8	16,9	0,2	0,1	0,0	0,1

ESTRUTURA B - Ponto 3

	SECO			MÉDIA ÚMIDO				MÉDIA GLOBO				MÉDIA VEL. AR				MÉDIA
08:00	19,2	15,2	16,9	17,1	16,4	14,7	15,4	15,5	30,6	17,5	19,5	22,5	0,6	0,2	2,6	1,1
09:00	22,4	21,8	18,2	20,8	17,1	17,7	16,2	17,0	36,0	27,2	20,4	27,9	0,5	0,6	1,4	0,8
10:00	23,6	21,2	18,6	21,1	22,7	19,1	16,2	19,3	31,3	22,0	20,8	24,7	0,9	1,2	1,2	1,1
11:00	26,4	19,8	21,2	22,5	24,5	17,4	17,4	19,8	34,9	23,2	23,7	27,3	0,6	1,4	2,0	1,3
12:00	27,7	24,8	25,7	26,1	19,4	21,0	20,4	20,3	35,0	35,8	31,8	34,2	5,3	0,2	1,3	2,3
13:00	26,4	23,4	27,0	25,6	18,9	20,3	21,6	20,3	31,0	36,6	35,6	35,1	1,5	0,8	1,4	1,2
14:00	27,2	26,9	29,7	27,9	20,5	21,4	23,0	21,6	32,2	41,5	37,2	37,0	0,7	1,1	1,2	1,0
15:00	26,3	26,3	27,2	26,6	18,7	21,3	22,3	20,8	29,0	40,2	34,2	34,5	2,4	1,5	2,1	2,0
16:00	25,7	25,7	23,2	24,9	18,7	21,8	19,8	20,1	27,2	37,5	26,3	30,3	1,6	0,6	1,2	1,1

ESTRUTURA C - Ponto 3

	SECO			MÉDIA ÚMIDO				MÉDIA GLOBO				MÉDIA VEL. AR				MÉDIA
08:00	19,8	12,6	16,4	16,3	19,1	12,4	14,2	15,2	27,6	20,4	24,5	24,2	0,4	1,5	1,4	1,1
09:00	19,6	16,7	19,3	18,5	18,2	14,1	15,9	16,1	30,5	30,2	29,8	30,2	0,3	0,8	1,4	0,8
10:00	22,9	19,0	21,0	21,0	19,9	16,0	16,4	17,4	39,7	32,0	32,2	34,6	0,5	0,4	2,4	1,1
11:00	26,4	21,4	23,2	23,7	20,7	15,3	17,1	17,7	40,9	31,8	35,2	36,0	2,0	1,5	2,0	1,8
12:00	26,3	24,3	26,7	25,8	21,0	17,2	18,9	19,0	40,1	32,9	37,5	36,8	1,4	1,6	1,6	1,5
13:00	26,7	27,8	27,8	27,4	21,5	19,4	21,4	20,8	38,9	36,0	39,6	38,2	1,0	0,5	0,9	0,8
14:00	27,3	28,8	25,7	27,3	21,3	20,3	19,6	20,4	40,0	38,9	35,3	38,1	0,8	1,2	1,4	1,1
15:00	26,5	27,0	26,7	26,7	21,3	20,1	19,9	20,4	37,9	35,2	36,3	36,5	0,7	1,4	1,1	1,1
16:00	24,8	23,1	24,2	24,0	20,3	17,5	18,5	18,8	32,0	31,0	28,6	30,5	0,3	0,9	0,7	0,6



(CONTINUAÇÃO)

TEMPERATURA DA ÁGUA

	CENTRO			MÉDIA	BORDA			MÉDIA
08:00	13,0	13,3	14,8	13,7	13,5	13,0	14,6	13,7
09:00	13,0	13,4	15,0	13,8	13,5	13,2	14,5	13,7
10:00	13,5	13,7	15,3	14,2	13,7	13,5	15,0	14,1
11:00	14,0	14,2	15,5	14,6	14,0	14,0	15,3	14,7
12:00	14,5	14,5	15,9	15,0	14,4	14,2	15,5	14,7
13:00	15,0	14,7	16,2	15,3	15,0	15,0	16,0	15,3
14:00	15,0	15,2	16,5	15,6	15,3	14,8	16,2	15,4
15:00	15,4	15,6	15,7	15,6	15,5	15,3	15,4	15,4
16:00	15,6	15,8	16,7	16,0	15,7	15,5	16,5	15,9

	CENTRO			MÉDIA	BORDA			MÉDIA
08:00	15,9	17,0	15,9	16,3	15,6	16,7	15,7	16,0
09:00	16,1	17,3	16,0	16,5	15,7	17,0	15,8	16,2
10:00	16,6	17,5	16,4	16,8	16,3	17,3	16,0	16,5
11:00	16,9	17,8	16,8	17,2	16,7	17,6	16,7	17,0
12:00	17,4	18,0	17,3	17,6	17,0	17,8	17,1	17,3
13:00	17,5	18,2	17,5	17,7	17,2	17,9	17,4	17,5
14:00	17,8	18,3	17,8	18,0	17,6	18,1	17,6	17,8
15:00	17,9	18,4	17,9	18,1	17,7	18,2	17,7	17,9
16:00	17,9	18,3	17,8	18,0	17,7	18,1	17,6	17,8

	CENTRO			MÉDIA	BORDA			MÉDIA
08:00	17,0	15,9	16,2	16,4	16,7	15,8	16,0	16,2
09:00	17,2	16,0	16,3	16,5	17,0	16,2	16,1	16,4
10:00	17,5	16,3	16,7	16,8	17,3	16,4	16,5	16,7
11:00	17,8	16,7	16,8	17,1	17,7	17,1	16,7	17,2
12:00	18,3	16,9	17,3	17,5	18,2	17,3	17,2	17,6
13:00	18,7	17,3	17,6	17,9	18,4	17,4	17,4	17,7
14:00	18,8	17,7	17,9	18,1	18,7	17,9	17,7	18,1
15:00	19,0	17,8	17,9	18,2	18,8	18,1	17,7	18,2
16:00	19,0	17,8	17,8	18,2	18,8	17,9	17,6	18,1

## MÉDIAS DAS TEMPERATURAS E VELOCIDADE DO VENTO - VERÃO

### ESTRUTURA A

média dos dias 08/09/15/ dez de 1999

	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3				TEMP. RIO	
	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	CENTRO	BORDA
08:00	21,3	21,4	22,3	0,1	21,3	21,1	21,3	0,1	21,3	21,1	21,7	0,1	21,8	21,8
09:00	21,5	21,9	22,2	0,3	21,6	21,4	21,8	0,2	21,6	21,4	22,2	0,2	22,1	22,1
10:00	22,2	22,1	23,5	0,1	22,2	21,8	22,6	0,1	22,1	21,7	22,7	0,2	22,3	22,3
11:00	22,8	22,4	24,1	0,2	23,2	22,3	23,7	0,3	22,8	22,3	23,8	0,3	22,6	22,7
12:00	23,5	23,0	24,8	0,3	23,8	22,8	25,2	0,4	23,9	23,0	24,4	0,2	23,2	23,2
13:00	24,5	23,0	25,6	0,4	24,7	23,0	25,5	0,6	24,4	22,9	25,0	0,4	23,6	23,7
14:00	25,0	23,4	27,1	0,3	25,0	23,1	26,2	0,4	24,9	23,1	26,3	0,4	24,0	24,1
15:00	25,3	23,5	28,1	0,4	25,3	23,5	25,9	0,3	24,7	23,2	25,7	0,4	24,1	24,2
16:00	25,0	23,8	26,4	0,3	25,3	23,6	26,1	0,3	24,6	23,4	25,4	0,3	24,1	24,1

### ESTRUTURA B

média dos dias 16/17/18/ dez de 1999

	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3				TEMP. RIO	
	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	CENTRO	BORDA
08:00	23,1	19,1	26,1	0,3	21,8	19,3	28,5	0,2	24,0	20,5	41,3	0,5	21,4	21,6
09:00	24,8	20,1	28,0	0,3	25,3	20,3	33,6	0,3	26,7	21,4	44,9	0,2	21,9	22,1
10:00	26,7	21,2	29,3	0,3	27,2	21,6	31,1	0,3	28,4	22,2	47,3	0,2	22,5	22,6
11:00	28,1	21,1	31,2	0,2	28,6	21,7	32,2	1,3	29,0	21,9	47,4	0,7	23,4	23,7
12:00	29,1	21,3	33,4	0,7	29,7	21,8	33,4	0,7	30,2	21,8	47,2	0,8	24,0	24,4
13:00	30,7	21,8	41,8	1,5	30,6	22,3	40,6	1,1	30,4	21,6	46,7	1,9	24,8	25,0
14:00	29,6	21,7	39,1	2,1	31,2	22,3	37,7	1,3	32,3	22,3	45,1	1,3	25,1	25,3
15:00	29,9	20,9	32,8	1,2	30,6	22,3	39,8	0,8	33,0	23,1	42,1	1,2	25,1	25,4
16:00	30,7	21,5	33,5	0,6	33,3	24,3	45,7	0,5	33,8	23,7	44,2	1,1	25,2	25,4

### ESTRUTURA C

média dos dias 19/20/21/ dez de 1999

	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3				TEMP. RIO	
	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	SECO	ÚMIDO	GLOBO	VEL. AR	CENTRO	BORDA
08:00	26,2	21,7	42,4	0,4	26,7	23,0	40,7	1,1	27,8	22,7	43,9	0,5	22,7	22,7
09:00	29,8	23,5	46,8	0,7	28,7	22,5	44,9	0,9	29,1	23,3	46,8	0,6	23,1	23,3
10:00	31,5	23,5	48,9	1,1	30,4	22,8	46,4	1,0	30,5	23,2	47,8	0,6	23,9	23,9
11:00	32,2	23,6	50,2	1,3	31,3	22,7	47,3	2,4	30,7	22,1	48,6	0,8	24,7	24,9
12:00	32,7	24,0	50,4	1,8	31,7	22,1	47,6	1,4	31,6	22,7	48,8	1,4	25,5	25,8
13:00	33,3	24,2	50,1	1,7	32,8	23,4	48,8	1,9	32,6	24,2	50,2	2,6	26,2	26,7
14:00	35,1	27,1	47,6	0,7	34,3	24,6	47,9	1,9	33,6	24,7	49,7	0,8	26,7	27,2
15:00	36,6	25,5	43,2	0,9	36,4	26,1	47,9	0,5	36,0	26,3	49,3	1,6	26,8	27,2
16:00	34,9	26,8	43,7	0,6	36,3	25,8	47,4	0,8	34,6	25,9	48,7	0,6	26,7	27,0

## TEMPERATURAS E VELOCIDADE DO VENTO - VERÃO

### ESTRUTURA A- Ponto 1

\*média dos dias 08/09/15 dez de 1999

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	21,9	20,7	21,4	21,3	21,6	20,7	21,4	21,2	23,0	21,9	22,1	22,3	0,2	0,0	0,1	0,1
09:00	20,9	21,8	21,8	21,5	20,8	21,8	21,8	21,5	21,4	22,6	22,5	22,2	0,2	0,5	0,1	0,3
10:00	21,6	22,2	22,5	22,2	21,6	22,2	22,4	22,1	23,1	22,8	24,7	23,5	0,2	0,0	0,2	0,1
11:00	22,5	23,0	22,8	22,8	22,0	23,0	22,0	22,3	23,3	24,5	24,4	24,1	0,2	0,0	0,3	0,2
12:00	23,8	23,5	23,3	23,5	23,0	23,4	22,7	23,0	24,8	25,0	24,6	24,8	0,5	0,3	0,1	0,3
13:00	24,0	24,1	25,4	24,5	23,0	23,8	22,3	23,0	25,1	25,1	26,7	25,6	0,4	0,1	0,6	0,4
14:00	25,0	25,0	24,9	25,0	23,6	24,2	22,4	23,4	26,4	27,6	27,2	27,1	0,4	0,4	0,2	0,3
15:00	26,5	24,0	25,3	25,3	24,6	23,8	22,0	23,5	31,4	25,4	27,5	28,1	0,3	0,2	0,7	0,4
16:00	26,4	23,5	25,0	25,0	25,3	23,2	22,8	23,8	27,2	25,0	26,9	26,4	0,1	0,4	0,4	0,3

### ESTRUTURA B - Ponto 1

\*média dos dias 16/17/18 dez de 1999

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	22,3	23,5	23,5	23,1	18,4	19,1	19,7	19,1	27,4	25,4	25,5	26,1	0,3	0,3	0,2	0,3
09:00	23,4	25,3	25,7	24,8	19,4	20,2	20,8	20,1	27,9	28,0	28,0	28,0	0,5	0,2	0,2	0,3
10:00	25,1	27,2	27,7	26,7	20,2	21,3	22,1	21,2	29,0	28,9	29,9	29,3	0,4	0,3	0,1	0,3
11:00	26,9	28,5	29,0	28,1	19,8	21,6	21,9	21,1	31,1	31,0	31,5	31,2	0,2	0,1	0,3	0,2
12:00	28,0	29,4	30,0	29,1	20,1	21,7	22,0	21,3	32,0	32,7	35,5	33,4	0,5	0,8	0,8	0,7
13:00	29,4	31,2	31,6	30,7	21,0	22,7	21,7	21,8	41,9	41,5	42,0	41,8	0,2	0,2	4,1	1,5
14:00	25,9	30,7	32,2	29,6	21,2	20,7	23,2	21,7	39,4	38,5	39,5	39,1	3,2	1,6	1,6	2,1
15:00	28,9	30,5	30,4	29,9	20,8	20,4	21,4	20,9	32,4	33,0	33,0	32,8	1,1	2,2	0,2	1,2
16:00	30,1	30,7	31,2	30,7	22,4	20,7	21,5	21,5	33,0	33,5	34,0	33,5	0,1	0,4	1,2	0,6

### ESTRUTURA C

\*média dos dias 19/20/21/ dez de 1999

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	25,0	28,7	25,0	26,2	21,1	23,0	21,1	21,7	40,5	44,1	42,5	42,4	0,7	0,2	0,2	0,4
09:00	28,0	32,2	29,1	29,8	22,7	24,5	23,3	23,5	46,3	46,5	47,5	46,8	0,9	0,7	0,5	0,7
10:00	31,0	32,1	31,4	31,5	24,2	22,5	23,9	23,5	48,5	46,4	51,9	48,9	0,6	0,1	2,7	1,1
11:00	31,4	32,7	32,4	32,2	23,9	22,4	24,5	23,6	50,2	48,5	52,0	50,2	1,6	1,6	0,6	1,3
12:00	32,5	33,3	32,4	32,7	23,9	23,7	24,5	24,0	50,1	48,1	53,0	50,4	1,4	2,0	2,1	1,8
13:00	32,7	33,8	33,5	33,3	23,8	23,9	25,0	24,2	49,4	48,0	53,0	50,1	2,7	1,2	1,2	1,7
14:00	35,0	35,2	35,0	35,1	25,5	29,7	26,0	27,1	47,9	45,0	50,0	47,6	0,4	1,2	0,5	0,7
15:00	35,8	38,0	36,0	36,6	25,0	25,3	26,3	25,5	43,4	43,0	43,1	43,2	0,5	1,9	0,3	0,9
16:00	27,2	39,3	38,3	34,9	26,4	25,9	28,2	26,8	44,5	41,0	45,7	43,7	0,9	0,5	0,5	0,6

(CONTINUAÇÃO)

ESTRUTURA A - Ponto 2

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	21,2	21,0	21,6	21,3	21,2	20,8	21,3	21,1	21,6	20,8	21,6	21,3	0,1	0,0	0,2	0,1
09:00	20,6	22,0	22,1	21,6	20,6	21,7	21,7	21,3	21,0	22,5	22,0	21,8	0,3	0,0	0,2	0,2
10:00	21,8	22,3	22,6	22,2	21,7	22,0	21,7	21,8	22,2	22,5	23,0	22,6	0,2	0,0	0,0	0,1
11:00	22,7	23,3	23,7	23,2	22,5	22,8	21,6	22,3	23,4	24,0	23,6	23,7	0,2	0,2	0,4	0,3
12:00	24,2	23,5	23,7	23,8	23,1	23,0	22,3	22,8	26,0	25,0	24,5	25,2	0,3	0,2	0,6	0,4
13:00	24,3	24,0	25,7	24,7	23,0	23,7	22,3	23,0	25,1	24,9	26,6	25,5	0,5	0,3	1,0	0,6
14:00	25,4	24,4	25,1	25,0	23,4	23,9	22,0	23,1	26,0	26,5	26,1	26,2	0,6	0,3	0,3	0,4
15:00	26,4	24,0	25,4	25,3	24,7	23,7	22,0	23,5	27,5	24,2	26,0	25,9	0,2	0,3	0,4	0,3
16:00	27,1	23,7	25,1	25,3	25,2	23,2	22,4	23,6	28,5	23,7	26,0	26,1	0,4	0,1	0,4	0,3

ESTRUTURA B - Ponto 2

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	22,5	23,9	24,0	23,5	18,3	19,4	19,0	18,9	26,1	29,4	30,0	28,5	0,3	0,2	0,2	0,2
09:00	24,1	25,7	26,0	25,3	19,7	20,7	20,6	20,3	29,0	33,7	38,0	33,6	0,5	0,1	0,3	0,3
10:00	25,9	27,5	28,2	27,2	20,7	21,6	22,4	21,6	29,5	31,4	32,3	31,1	0,4	0,2	0,3	0,3
11:00	26,7	28,9	30,1	28,6	19,8	22,0	23,2	21,7	31,3	32,7	32,5	32,2	0,5	1,0	2,5	1,3
12:00	28,4	29,9	30,7	29,7	20,7	21,8	23,0	21,8	31,9	33,7	34,7	33,4	0,4	0,4	1,2	0,7
13:00	29,5	30,9	31,3	30,6	21,5	22,7	22,7	22,3	35,5	42,9	43,5	40,6	1,1	1,9	0,3	1,1
14:00	29,8	31,3	32,5	31,2	21,3	22,0	23,7	22,3	35,5	40,6	37,0	37,7	1,3	1,9	0,8	1,3
15:00	29,9	31,5	30,5	30,6	22,4	22,1	22,4	22,3	38,9	43,4	37,2	39,8	0,5	1,6	0,4	0,8
16:00	35,4	32,0	32,6	33,3	26,5	22,9	23,5	24,3	45,0	47,6	44,6	45,7	1,0	0,2	0,4	0,5

ESTRUTURA C - Ponto 2

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	27,0	28,1	25,0	26,7	24,4	23,2	21,5	23,0	33,0	48,9	40,3	40,7	1,4	0,4	1,4	1,1
09:00	27,0	30,9	28,2	28,7	22,5	22,5	22,4	22,5	42,0	50,1	42,5	44,9	0,9	0,7	1,0	0,9
10:00	30,2	32,1	29,0	30,4	24,4	22,4	21,5	22,8	45,6	50,5	43,0	46,4	0,3	1,9	0,7	1,0
11:00	30,3	32,0	31,6	31,3	23,4	21,0	23,7	22,7	45,7	52,2	44,0	47,3	1,3	2,5	3,4	2,4
12:00	31,9	32,4	30,7	31,7	22,3	22,3	21,7	22,1	47,5	52,3	43,0	47,6	0,4	3,3	0,4	1,4
13:00	32,4	33,6	32,5	32,8	23,9	23,5	22,9	23,4	47,4	52,5	46,5	48,8	0,4	0,9	4,3	1,9
14:00	34,5	34,6	33,7	34,3	25,6	23,8	24,4	24,6	46,6	50,5	46,7	47,9	2,9	1,7	1,2	1,9
15:00	35,2	37,7	36,3	36,4	25,6	26,0	26,9	26,1	47,2	52,5	44,0	47,9	0,2	0,1	1,1	0,5
16:00	35,7	38,9	34,4	36,3	26,7	25,9	24,7	25,8	46,5	50,0	45,6	47,4	0,4	1,7	0,2	0,8

(CONTINUAÇÃO)

ESTRUTURA A - Ponto 3

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	21,2	20,9	21,7	21,3	20,8	20,8	21,6	21,1	21,6	21,1	22,5	21,7	0,0	0,0	0,3	0,1
09:00	20,8	22,1	21,8	21,6	20,6	21,9	21,7	21,4	21,2	23,1	22,2	22,2	0,1	0,2	0,4	0,2
10:00	21,6	22,1	22,6	22,1	21,3	22,0	21,9	21,7	22,4	22,6	23,1	22,7	0,4	0,0	0,2	0,2
11:00	22,4	22,8	23,2	22,8	22,2	22,7	22,0	22,3	23,7	23,9	23,8	23,8	0,4	0,2	0,2	0,3
12:00	24,0	24,5	23,3	23,9	22,5	24,3	22,3	23,0	24,9	24,5	23,9	24,4	0,3	0,1	0,1	0,2
13:00	24,2	24,0	25,1	24,4	22,7	23,7	22,4	22,9	24,9	24,5	25,7	25,0	0,5	0,2	0,6	0,4
14:00	25,1	24,7	24,9	24,9	23,4	23,8	22,2	23,1	26,5	26,5	25,9	26,3	0,3	0,4	0,6	0,4
15:00	25,7	23,9	24,4	24,7	23,8	23,8	22,1	23,2	27,2	24,4	25,4	25,7	0,4	0,1	0,6	0,4
16:00	25,7	23,6	24,6	24,6	24,4	23,4	22,5	23,4	26,9	24,0	25,3	25,4	0,2	0,5	0,1	0,3

ESTRUTURA B - Ponto 3

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	24,0	24,6	23,4	24,0	19,9	20,3	21,3	20,5	36,0	42,3	45,5	41,3	1,0	0,2	0,2	0,5
09:00	25,5	27,1	27,6	26,7	20,5	21,4	22,2	21,4	39,1	45,1	50,6	44,9	0,2	0,2	0,2	0,2
10:00	26,8	28,4	30,0	28,4	20,3	22,4	23,8	22,2	41,8	48,6	51,5	47,3	0,1	0,2	0,3	0,2
11:00	27,7	29,4	30,0	29,0	20,2	22,4	23,2	21,9	43,0	47,9	51,4	47,4	0,3	0,8	1,1	0,7
12:00	28,6	30,3	31,7	30,2	19,4	22,4	23,6	21,8	42,4	46,8	52,5	47,2	0,4	0,8	1,2	0,8
13:00	28,6	30,3	32,3	30,4	19,1	22,2	23,6	21,6	41,7	47,0	51,5	46,7	1,7	2,9	1,0	1,9
14:00	31,0	32,5	33,5	32,3	20,1	22,9	23,8	22,3	41,7	45,1	48,5	45,1	1,3	2,0	0,7	1,3
15:00	32,5	33,8	32,6	33,0	21,8	24,1	23,5	23,1	39,5	44,9	42,0	42,1	0,4	0,4	2,9	1,2
16:00	31,4	35,7	34,3	33,8	21,2	25,3	24,6	23,7	40,7	45,0	46,9	44,2	0,7	1,7	0,9	1,1

ESTRUTURA C - Ponto 3

	SECO			MÉDIA	ÚMIDO			MÉDIA	GLOBO			MÉDIA	VEL. AR			MÉDIA
08:00	26,3	29,5	27,6	27,8	22,0	24,3	21,7	22,7	44,9	46,2	40,5	43,9	0,9	0,5	0,2	0,5
09:00	27,3	31,0	29,1	29,1	22,2	23,7	24,1	23,3	47,6	47,2	45,6	46,8	0,9	0,6	0,3	0,6
10:00	30,4	31,8	29,2	30,5	23,8	22,8	22,9	23,2	50,5	47,7	45,2	47,8	0,7	0,6	0,5	0,6
11:00	30,7	30,9	30,5	30,7	22,4	20,3	23,5	22,1	50,0	48,6	47,1	48,6	0,5	1,2	0,7	0,8
12:00	32,3	32,2	30,3	31,6	22,4	22,9	22,7	22,7	52,0	49,6	44,7	48,8	0,4	1,7	2,1	1,4
13:00	32,5	33,5	31,7	32,6	23,9	24,4	24,2	24,2	51,5	50,0	49,0	50,2	2,3	3,7	1,8	2,6
14:00	33,2	35,1	32,4	33,6	24,2	24,9	25,0	24,7	52,4	48,2	48,4	49,7	0,8	0,4	1,3	0,8
15:00	34,8	36,9	36,3	36,0	25,6	25,4	28,0	26,3	51,3	50,0	46,5	49,3	2,9	1,0	0,8	1,6
16:00	34,8	35,4	33,7	34,6	26,2	25,7	25,7	25,9	49,7	48,4	47,9	48,7	1,0	0,2	0,6	0,6

(CONTINUAÇÃO)

TEMPERATURA DA ÁGUA

	CENTRO			MÉDIA	BORDA			MÉDIA
08:00	22,0	22,0	21,5	21,8	22,0	22,3	21,2	21,8
09:00	22,0	22,5	21,7	22,1	22,2	22,6	21,4	22,1
10:00	22,3	22,7	22,0	22,3	22,5	22,8	21,7	22,3
11:00	22,7	23,0	22,2	22,6	22,9	23,2	22,0	22,7
12:00	23,4	23,5	22,6	23,2	23,6	23,7	22,4	23,2
13:00	23,8	24,0	23,0	23,6	24,0	24,2	22,8	23,7
14:00	24,1	24,5	23,5	24,0	24,4	24,6	23,3	24,1
15:00	24,4	24,4	23,5	24,1	24,7	24,5	23,3	24,2
16:00	24,5	24,4	23,5	24,1	24,7	24,5	23,1	24,1

	CENTRO			MÉDIA	BORDA			MÉDIA
08:00	21,0	21,4	21,9	21,4	21,3	21,5	22,0	21,6
09:00	21,6	21,8	22,4	21,9	21,7	22,1	22,5	22,1
10:00	22,0	22,5	23,0	22,5	22,3	22,8	22,8	22,6
11:00	23,0	23,3	23,9	23,4	23,2	23,6	24,2	23,7
12:00	23,4	24,0	24,6	24,0	23,7	24,4	25,0	24,4
13:00	24,0	24,9	25,4	24,8	24,3	25,1	25,7	25,0
14:00	24,4	25,2	25,7	25,1	24,6	25,4	26,0	25,3
15:00	24,4	25,3	25,7	25,1	24,6	25,5	26,0	25,4
16:00	24,4	25,6	25,5	25,2	24,6	25,9	25,7	25,4

	CENTRO			MÉDIA	BORDA			MÉDIA
08:00	22,4	23,3	22,4	22,7	22,3	23,3	22,4	22,7
09:00	22,9	23,6	22,9	23,1	22,7	23,7	23,4	23,3
10:00	23,6	24,4	23,6	23,9	23,5	24,2	24,1	23,9
11:00	24,5	25,0	24,6	24,7	24,5	24,8	25,3	24,9
12:00	25,4	25,8	25,3	25,5	25,5	26,0	26,0	25,8
13:00	25,9	26,5	26,2	26,2	26,2	26,7	27,2	26,7
14:00	26,4	27,1	26,7	26,7	26,7	27,3	27,7	27,2
15:00	26,5	27,3	26,7	26,8	26,7	27,4	27,6	27,2
16:00	26,4	27,0	26,6	26,7	26,6	27,0	27,3	27,0

## **ANEXO B – Resultado da umidade relativa**

## MÉDIA DA UMIDADE RELATIVA

### INVERNO

	ESTRUTURA A 23/25/27 jun			ESTRUTURA B 29/30 jun e 06 jul			ESTRUTURA C 08/10/11 jul		
	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
hora	umidade (%)								
08:00	96,5	97,7	95,5	88,7	85,8	84,6	82,8	83,9	89,7
09:00	98,7	98,7	96,0	80,0	79,7	67,9	70,3	79,5	76,8
10:00	97,6	100,0	96,8	74,3	72,8	83,8	64,2	71,5	69,5
11:00	98,9	99,7	98,5	70,3	68,5	76,9	59,1	58,2	53,6
12:00	95,9	96,6	98,0	64,1	63,6	58,1	57,5	62,1	51,1
13:00	96,0	95,1	95,1	63,6	63,6	60,8	53,2	59,9	53,5
14:00	97,0	95,2	92,6	61,4	63,8	56,0	56,6	63,7	52,1
15:00	98,4	97,3	97,0	62,9	61,7	57,8	57,9	56,9	54,9
16:00	99,3	98,6	98,3	70,0	66,2	63,8	65,6	63,0	59,0

### VERÃO

	ESTRUTURA A 08/09/15 dez			ESTRUTURA B 16/17/18 dez			ESTRUTURA C 19/20/21 dez		
	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
hora	umidade (%)								
08:00	99,1	98,5	98,2	67,2	63,6	72,1	66,6	72,6	63,3
09:00	99,7	97,9	98,5	64,1	62,6	60,9	58,1	57,6	60,4
10:00	99,1	96,2	96,8	60,2	59,5	56,7	49,9	50,7	52,7
11:00	96,2	92,2	95,7	51,6	52,9	52,1	47,3	46,5	45,5
12:00	95,7	91,6	92,4	47,8	48,6	45,9	47,1	41,5	44,8
13:00	86,3	86,8	87,9	43,8	47,1	44,1	45,6	43,6	48,5
14:00	87,3	85,1	85,8	49,2	44,6	39,6	53,0	43,8	47,2
15:00	85,9	85,9	88,5	42,2	46,9	41,6	39,8	43,1	45,5
16:00	90,3	86,6	90,3	42,7	45,8	41,1	57,3	41,9	48,5



## **ANEXO C – Resultado da radiação solar**

# RADIAÇÃO SOLAR - INVERNO - ESTRUTURA A

HORÁRIO	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3			
	23/jun	25/jun	27/jun	média	23/jun	25/jun	27/jun	média	23/jun	25/jun	27/jun	média
08:00	0,00180	0,00227	0,00200	0,00202	0,00207	0,00247	0,00193	0,00216	0,00120	0,00173	0,00127	0,00140
08:10	0,00247	0,00340	0,00240	0,00276	0,00267	0,00353	0,00253	0,00291	0,00147	0,00260	0,00167	0,00191
08:20	0,00293	0,00373	0,00300	0,00322	0,00313	0,00407	0,00307	0,00342	0,00193	0,00273	0,00200	0,00222
08:30	0,00373	0,00400	0,00387	0,00387	0,00393	0,00407	0,00400	0,00400	0,00233	0,00247	0,00240	0,00240
08:40	0,00453	0,00547	0,00453	0,00484	0,00467	0,00567	0,00473	0,00502	0,00280	0,00333	0,00280	0,00298
08:50	0,00553	0,00573	0,00553	0,00560	0,00573	0,00593	0,00567	0,00578	0,00327	0,00340	0,00333	0,00333
09:00	0,00693	0,00720	0,00687	0,00700	0,00713	0,00740	0,00700	0,00718	0,00400	0,00413	0,00407	0,00407
09:10	0,00927	0,00960	0,00900	0,00929	0,00920	0,00987	0,00947	0,00951	0,00453	0,00460	0,00460	0,00458
09:20	0,01173	0,01207	0,01160	0,01180	0,01053	0,01047	0,01047	0,01049	0,00500	0,00513	0,00507	0,00507
09:30	0,01367	0,01340	0,01387	0,01365	0,01160	0,01133	0,01140	0,01144	0,00507	0,00500	0,00513	0,00507
09:40	0,01493	0,01540	0,01487	0,01507	0,02660	0,04633	0,01453	0,02915	0,00513	0,00507	0,00520	0,00513
09:50	0,01953	0,01433	0,01713	0,01700	0,03240	0,03067	0,02480	0,02929	0,00520	0,00520	0,00533	0,00524
10:00	0,01547	0,01333	0,01527	0,01469	0,04000	0,01713	0,04480	0,03398	0,00547	0,00540	0,00567	0,00551
10:10	0,01540	0,01393	0,01407	0,01447	0,01707	0,01473	0,02027	0,01736	0,00587	0,00573	0,00587	0,00582
10:20	0,01653	0,01693	0,01433	0,01593	0,01887	0,02167	0,01660	0,01905	0,00727	0,00627	0,00633	0,00662
10:30	0,01987	0,01473	0,01593	0,01684	0,02340	0,01653	0,03507	0,02500	0,01040	0,00833	0,00760	0,00878
10:40	0,00913	0,01380	0,01373	0,01215	0,01113	0,01527	0,01547	0,01396	0,00707	0,00893	0,00880	0,00827
10:50	0,01447	0,01380	0,01400	0,01409	0,01613	0,01900	0,01567	0,01693	0,00973	0,01047	0,00980	0,01000
11:00	0,01473	0,01427	0,01480	0,01460	0,02040	0,01887	0,01973	0,01967	0,01660	0,01300	0,01640	0,01533
11:10	0,01593	0,01580	0,01567	0,01580	0,01980	0,04707	0,02447	0,03045	0,01800	0,05920	0,01773	0,03164
11:20	0,01627	0,01573	0,01660	0,01620	0,02240	0,02920	0,02627	0,02596	0,30720	0,34670	0,27033	0,30808
11:30	0,01740	0,01653	0,01747	0,01713	0,01900	0,01760	0,01987	0,01882	0,30350	0,17907	0,26433	0,24897
11:40	0,01720	0,01660	0,01720	0,01700	0,02033	0,02453	0,02033	0,02173	0,02067	0,01533	0,01947	0,01849
11:50	0,01807	0,01747	0,01780	0,01778	0,05400	0,04440	0,05093	0,04978	0,01707	0,00907	0,01820	0,01478
12:00	0,01893	0,01847	0,01880	0,01873	0,03933	0,09513	0,03967	0,05804	0,00880	0,00827	0,00880	0,00862
12:10	0,02013	0,01953	0,01999	0,01988	0,12440	0,19147	0,17107	0,16231	0,00853	0,00813	0,00840	0,00835
12:20	0,02160	0,02060	0,02080	0,02100	0,03573	0,02847	0,04880	0,03767	0,00833	0,00813	0,00847	0,00831
12:30	0,02187	0,02213	0,02167	0,02189	0,02753	0,02653	0,02720	0,02709	0,00853	0,00827	0,00860	0,00847
12:40	0,02200	0,02147	0,02200	0,02182	0,02820	0,02947	0,02713	0,02827	0,00907	0,00953	0,00893	0,00918
12:50	0,02220	0,02087	0,02220	0,02176	0,03167	0,03313	0,02813	0,03098	0,01300	0,01007	0,01387	0,01231
13:00	0,02167	0,02093	0,02180	0,02147	0,02820	0,04400	0,02867	0,03362	0,01113	0,01340	0,01093	0,01182
13:10	0,02633	0,02093	0,02540	0,02422	0,09527	0,08900	0,09193	0,09207	0,01140	0,01080	0,01113	0,01111
13:20	0,02033	0,01947	0,02047	0,02009	0,09440	0,19013	0,09913	0,12789	0,01413	0,01393	0,01567	0,01458
13:30	0,01999	0,01900	0,01993	0,01964	0,13933	0,09993	0,14220	0,12715	0,01820	0,01307	0,01800	0,01642
13:40	0,01960	0,01840	0,01960	0,01920	0,05993	0,03933	0,07787	0,05904	0,01160	0,01073	0,01167	0,01133
13:50	0,01880	0,01780	0,01867	0,01842	0,03820	0,04907	0,04080	0,04289	0,01100	0,01040	0,01073	0,01071
14:00	0,01787	0,01673	0,01787	0,01749	0,20987	0,23013	0,17533	0,20511	0,01033	0,00967	0,01047	0,01016
14:10	0,01687	0,01540	0,01680	0,01636	0,03960	0,02180	0,06740	0,04293	0,00973	0,00893	0,00953	0,00940
14:20	0,01513	0,01387	0,01520	0,01473	0,03327	0,01987	0,05873	0,03729	0,00980	0,00907	0,00940	0,00942
14:30	0,01320	0,01193	0,01333	0,01282	0,01647	0,01453	0,01647	0,01582	0,00913	0,00847	0,00907	0,00889
14:40	0,01193	0,01480	0,01187	0,01287	0,01393	0,01240	0,01460	0,01364	0,00887	0,00820	0,00887	0,00866
14:50	0,01207	0,01080	0,01993	0,01427	0,01193	0,01080	0,01227	0,01167	0,00853	0,00773	0,00840	0,00822
15:00	0,01067	0,00867	0,00987	0,00974	0,01020	0,00913	0,01033	0,00989	0,00913	0,00740	0,00933	0,00862
15:10	0,00753	0,00707	0,00773	0,00744	0,00873	0,00807	0,00867	0,00849	0,00693	0,00607	0,00673	0,00658
15:20	0,00667	0,00607	0,00673	0,00649	0,00773	0,00687	0,00767	0,00742	0,00587	0,00500	0,00573	0,00553
15:30	0,00573	0,00513	0,00587	0,00558	0,00667	0,00587	0,00667	0,00640	0,00573	0,00420	0,00520	0,00504
15:40	0,00467	0,00467	0,00473	0,00469	0,00527	0,00500	0,00520	0,00516	0,00400	0,00367	0,00393	0,00387
15:50	0,00393	0,00427	0,00413	0,00411	0,00420	0,00440	0,00427	0,00429	0,00313	0,00300	0,00313	0,00309
16:00	0,00327	0,00353	0,00347	0,00342	0,00340	0,00367	0,00353	0,00353	0,00260	0,00247	0,00260	0,00256

# RADIAÇÃO SOLAR - INVERNO - ESTRUTURA B

HORÁRIO	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3			
	29/jun	30/jun	06/jul	média	29/jun	30/jun	06/jul	média	29/jun	30/jun	06/jul	média
08:00	0,03620	0,04133	0,03120	<b>0,03624</b>	0,10773	0,08627	0,08867	<b>0,09422</b>	0,20553	0,15607	0,14820	<b>0,16993</b>
08:10	0,05620	0,05780	0,03820	<b>0,05073</b>	0,16240	0,20447	0,14240	<b>0,16976</b>	0,23547	0,23160	0,22060	<b>0,22922</b>
08:20	0,14773	0,11553	0,07267	<b>0,11198</b>	0,07360	0,10853	0,18933	<b>0,12382</b>	0,26807	0,27470	0,25140	<b>0,26472</b>
08:30	0,13720	0,15947	0,18587	<b>0,16085</b>	0,09827	0,08867	0,09587	<b>0,09427</b>	0,07880	0,30720	0,28370	<b>0,22323</b>
08:40	0,10727	0,07607	0,17320	<b>0,11885</b>	0,08707	0,05220	0,10380	<b>0,08102</b>	0,33010	0,19080	0,31410	<b>0,27827</b>
08:50	0,10920	0,14207	0,14567	<b>0,13231</b>	0,17887	0,19827	0,10907	<b>0,16207</b>	0,35890	0,41870	0,34400	<b>0,37387</b>
09:00	0,12387	0,13147	0,12447	<b>0,12660</b>	0,16407	0,18807	0,19600	<b>0,18271</b>	0,38190	0,36640	0,37170	<b>0,37333</b>
09:10	0,09693	0,09860	0,13567	<b>0,11040</b>	0,15253	0,19127	0,18800	<b>0,17727</b>	0,40000	0,29600	0,29810	<b>0,33137</b>
09:20	0,07220	0,07100	0,11680	<b>0,08667</b>	0,13827	0,16647	0,19087	<b>0,16520</b>	0,41490	0,30670	0,24673	<b>0,32278</b>
09:30	0,08147	0,07593	0,07340	<b>0,07693</b>	0,10773	0,12987	0,18227	<b>0,13996</b>	0,42400	0,35840	0,33600	<b>0,37280</b>
09:40	0,15600	0,15780	0,08320	<b>0,13233</b>	0,07207	0,11840	0,17013	<b>0,12020</b>	0,33280	0,35200	0,38930	<b>0,35803</b>
09:50	0,20613	0,20133	0,21047	<b>0,20598</b>	0,04633	0,05647	0,11487	<b>0,07256</b>	0,27840	0,31680	0,22407	<b>0,27309</b>
10:00	0,16967	0,18680	0,23873	<b>0,19840</b>	0,08560	0,07533	0,04927	<b>0,06340</b>	0,21160	0,21933	0,33810	<b>0,25634</b>
10:10	0,18367	0,20033	0,21160	<b>0,19853</b>	0,05540	0,07460	0,09413	<b>0,07471</b>	0,23420	0,20127	0,35040	<b>0,26196</b>
10:20	0,21407	0,26460	0,19893	<b>0,22587</b>	0,05713	0,07147	0,07140	<b>0,06667</b>	0,23967	0,40270	0,21213	<b>0,28483</b>
10:30	0,25260	0,35570	0,21000	<b>0,27277</b>	0,07500	0,09780	0,08087	<b>0,07789</b>	0,34830	0,41920	0,31950	<b>0,36233</b>
10:40	0,42770	0,24693	0,23253	<b>0,30239</b>	0,08260	0,07740	0,08167	<b>0,08056</b>	0,41710	0,22347	0,31890	<b>0,31982</b>
10:50	0,43310	0,52590	0,33440	<b>0,43113</b>	0,07053	0,06900	0,12193	<b>0,08715</b>	0,48050	0,23140	0,18380	<b>0,29657</b>
11:00	0,31040	0,36640	0,42240	<b>0,36640</b>	0,07307	0,06180	0,07347	<b>0,06945</b>	0,34450	0,28160	0,19267	<b>0,27292</b>
11:10	0,08980	0,21580	0,48960	<b>0,26507</b>	0,04047	0,09807	0,08067	<b>0,06640</b>	0,15720	0,38610	0,34240	<b>0,29523</b>
11:20	0,24333	0,26187	0,28800	<b>0,26440</b>	0,09673	0,08527	0,08433	<b>0,08878</b>	0,34720	0,43360	0,45330	<b>0,41137</b>
11:30	0,36270	0,28530	0,21980	<b>0,28927</b>	0,08053	0,07433	0,09553	<b>0,07680</b>	0,35410	0,35790	0,39040	<b>0,36747</b>
11:40	0,25360	0,24647	0,36750	<b>0,28919</b>	0,05540	0,05847	0,07813	<b>0,06333</b>	0,27410	0,26873	0,38080	<b>0,30788</b>
11:50	0,31250	0,31950	0,26407	<b>0,29869</b>	0,05333	0,05367	0,06087	<b>0,05589</b>	0,34400	0,32210	0,37280	<b>0,34630</b>
12:00	0,14260	0,16167	0,29440	<b>0,19956</b>	0,06847	0,06447	0,05587	<b>0,06294</b>	0,34030	0,41970	0,32960	<b>0,36320</b>
12:10	0,13813	0,10880	0,20320	<b>0,15004</b>	0,07593	0,08400	0,05413	<b>0,07136</b>	0,37230	0,39950	0,23820	<b>0,33667</b>
12:20	0,13100	0,09853	0,09500	<b>0,10818</b>	0,06947	0,06753	0,05860	<b>0,06520</b>	0,31790	0,26980	0,37170	<b>0,31980</b>
12:30	0,16473	0,12353	0,14233	<b>0,14353</b>	0,09027	0,05620	0,06133	<b>0,06927</b>	0,43150	0,28530	0,27890	<b>0,33190</b>
12:40	0,09533	0,12220	0,11240	<b>0,10998</b>	0,06100	0,06247	0,04753	<b>0,05700</b>	0,23840	0,25720	0,26600	<b>0,25387</b>
12:50	0,09220	0,16307	0,09840	<b>0,11789</b>	0,04613	0,06000	0,04680	<b>0,05098</b>	0,18853	0,54510	0,34560	<b>0,35974</b>
13:00	0,12827	0,13227	0,14120	<b>0,13391</b>	0,08113	0,09180	0,04893	<b>0,07395</b>	0,37280	0,53120	0,34080	<b>0,41493</b>
13:10	0,12500	0,10827	0,11673	<b>0,11667</b>	0,07120	0,06900	0,05880	<b>0,06633</b>	0,31680	0,54080	0,52910	<b>0,46223</b>
13:20	0,10773	0,20227	0,09933	<b>0,13644</b>	0,05267	0,06013	0,06760	<b>0,06013</b>	0,20207	0,56750	0,37710	<b>0,38222</b>
13:30	0,17727	0,09887	0,18420	<b>0,15345</b>	0,09753	0,03873	0,05913	<b>0,06513</b>	0,37920	0,32960	0,44890	<b>0,38523</b>
13:40	0,14353	0,04320	0,18440	<b>0,12371</b>	0,09940	0,03093	0,05587	<b>0,06207</b>	0,36160	0,13460	0,58610	<b>0,36077</b>
13:50	0,08013	0,12633	0,12333	<b>0,10993</b>	0,05287	0,11207	0,13633	<b>0,10042</b>	0,21067	0,55680	0,58030	<b>0,44926</b>
14:00	0,05953	0,28430	0,13687	<b>0,16023</b>	0,04580	0,06413	0,07220	<b>0,06071</b>	0,16607	0,52000	0,57070	<b>0,41892</b>
14:10	0,05407	0,37810	0,33070	<b>0,25429</b>	0,03987	0,07173	0,06240	<b>0,05800</b>	0,15127	0,50510	0,55680	<b>0,40439</b>
14:20	0,09007	0,28910	0,37870	<b>0,25262</b>	0,06233	0,06340	0,06453	<b>0,06342</b>	0,23207	0,48370	0,54670	<b>0,42082</b>
14:30	0,16313	0,36800	0,29650	<b>0,27588</b>	0,06527	0,04727	0,04820	<b>0,05358</b>	0,28480	0,45330	0,52270	<b>0,42027</b>
14:40	0,11867	0,44640	0,41710	<b>0,32739</b>	0,05313	0,04427	0,04787	<b>0,04842</b>	0,23100	0,44690	0,50990	<b>0,39593</b>
14:50	0,04507	0,41600	0,44480	<b>0,30196</b>	0,03833	0,04407	0,04340	<b>0,04193</b>	0,12320	0,43470	0,48590	<b>0,34793</b>
15:00	0,04627	0,13287	0,36370	<b>0,18095</b>	0,04240	0,04467	0,04367	<b>0,04358</b>	0,12800	0,41120	0,45970	<b>0,33297</b>
15:10	0,04733	0,23940	0,14047	<b>0,14240</b>	0,04120	0,05027	0,04407	<b>0,04518</b>	0,13747	0,39250	0,43890	<b>0,32296</b>
15:20	0,05127	0,19600	0,19960	<b>0,14896</b>	0,04147	0,04453	0,04367	<b>0,04322</b>	0,13733	0,35950	0,41170	<b>0,30284</b>
15:30	0,02933	0,10040	0,18367	<b>0,10447</b>	0,02600	0,04820	0,04467	<b>0,03962</b>	0,08133	0,31410	0,38450	<b>0,25998</b>
15:40	0,02273	0,07567	0,08933	<b>0,06258</b>	0,01713	0,11813	0,05647	<b>0,06391</b>	0,06260	0,30190	0,35890	<b>0,24113</b>
15:50	0,01247	0,07380	0,05940	<b>0,04856</b>	0,01060	0,08947	0,10693	<b>0,06900</b>	0,03793	0,27360	0,32980	<b>0,21371</b>
16:00	0,00560	0,03887	0,02033	<b>0,02160</b>	0,00427	0,04947	0,02560	<b>0,02645</b>	0,01740	0,24527	0,08147	<b>0,11471</b>

# RADIAÇÃO SOLAR - INVERNO - ESTRUTURA C

HORÁRIO	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3			
	08/jul	10/jul	11/jul	média	08/jul	10/jul	11/jul	média	08/jul	10/jul	11/jul	média
08:00	0,19940	0,21760	0,22347	<b>0,21349</b>	0,19047	0,21793	0,22340	<b>0,21060</b>	0,17840	0,20140	0,20740	<b>0,19573</b>
08:10	0,25727	0,25520	0,25620	<b>0,25622</b>	0,26293	0,25587	0,25707	<b>0,25862</b>	0,24080	0,23747	0,23973	<b>0,23933</b>
08:20	0,31730	0,28960	0,28850	<b>0,29847</b>	0,32270	0,29070	0,29070	<b>0,30137</b>	0,29970	0,27107	0,27140	<b>0,28072</b>
08:30	0,38030	0,32370	0,32320	<b>0,34240</b>	0,38450	0,32270	0,32320	<b>0,34347</b>	0,36000	0,30290	0,30450	<b>0,32247</b>
08:40	0,14667	0,35730	0,35310	<b>0,28669</b>	0,14527	0,35250	0,35250	<b>0,28342</b>	0,14140	0,33390	0,33490	<b>0,27007</b>
08:50	0,21513	0,38930	0,38290	<b>0,32911</b>	0,21580	0,38610	0,37870	<b>0,32687</b>	0,20573	0,36800	0,36210	<b>0,31194</b>
09:00	0,37710	0,42030	0,41280	<b>0,40340</b>	0,37550	0,41710	0,40960	<b>0,40073</b>	0,35520	0,39630	0,39410	<b>0,38187</b>
09:10	0,25853	0,44430	0,44050	<b>0,38111</b>	0,25660	0,44530	0,43840	<b>0,38010</b>	0,24580	0,42400	0,41970	<b>0,36317</b>
09:20	0,29490	0,47410	0,46560	<b>0,41153</b>	0,29120	0,47310	0,46400	<b>0,40943</b>	0,27730	0,45390	0,44840	<b>0,39253</b>
09:30	0,45230	0,49010	0,49330	<b>0,47857</b>	0,44590	0,48850	0,49120	<b>0,47520</b>	0,42990	0,47310	0,47520	<b>0,45940</b>
09:40	0,31950	0,50400	0,50720	<b>0,44357</b>	0,31630	0,49170	0,49870	<b>0,43557</b>	0,30400	0,48430	0,49170	<b>0,42667</b>
09:50	0,56800	0,52110	0,52320	<b>0,53743</b>	0,56180	0,49870	0,50670	<b>0,52233</b>	0,54400	0,50080	0,50670	<b>0,51717</b>
10:00	0,56590	0,53440	0,54080	<b>0,54703</b>	0,54770	0,50560	0,51630	<b>0,52320</b>	0,54990	0,50770	0,52110	<b>0,52623</b>
10:10	0,53440	0,55680	0,55840	<b>0,54987</b>	0,52320	0,52530	0,52640	<b>0,52497</b>	0,51890	0,52480	0,53280	<b>0,52550</b>
10:20	0,70670	0,57170	0,57760	<b>0,61867</b>	0,67310	0,53440	0,54350	<b>0,58367</b>	0,68000	0,53490	0,54830	<b>0,58773</b>
10:30	0,53810	0,59410	0,59680	<b>0,57633</b>	0,53280	0,55410	0,56430	<b>0,55040</b>	0,51310	0,55200	0,56480	<b>0,54330</b>
10:40	0,56800	0,61120	0,61550	<b>0,59823</b>	0,55680	0,57600	0,58350	<b>0,57210</b>	0,54560	0,57120	0,58080	<b>0,56587</b>
10:50	0,51890	0,62830	0,63520	<b>0,59413</b>	0,50720	0,59840	0,60850	<b>0,57137</b>	0,50030	0,58720	0,60210	<b>0,56320</b>
11:00	0,63200	0,64110	0,64370	<b>0,63893</b>	0,60000	0,61760	0,62080	<b>0,61280</b>	0,60530	0,60210	0,60910	<b>0,60550</b>
11:10	0,58610	0,64800	0,65010	<b>0,62773</b>	0,56530	0,63040	0,63520	<b>0,61030</b>	0,55840	0,61230	0,61760	<b>0,59610</b>
11:20	0,61650	0,64850	0,65070	<b>0,63857</b>	0,59040	0,63250	0,63470	<b>0,61920</b>	0,58290	0,61650	0,61650	<b>0,60530</b>
11:30	0,59790	0,63470	0,65230	<b>0,62830</b>	0,59090	0,64430	0,63950	<b>0,62490</b>	0,57810	0,62770	0,62350	<b>0,60977</b>
11:40	0,62030	0,65600	0,65330	<b>0,64320</b>	0,60110	0,63890	0,63360	<b>0,62463</b>	0,59040	0,62770	0,62350	<b>0,61387</b>
11:50	0,61870	0,64800	0,65920	<b>0,64197</b>	0,58880	0,62240	0,64000	<b>0,61707</b>	0,58830	0,62030	0,62880	<b>0,61247</b>
12:00	0,61970	0,64480	0,65650	<b>0,64033</b>	0,59470	0,61490	0,63090	<b>0,61360</b>	0,59250	0,61810	0,62670	<b>0,61243</b>
12:10	0,51630	0,64530	0,65280	<b>0,60480</b>	0,49920	0,61440	0,61490	<b>0,57617</b>	0,49920	0,62190	0,62190	<b>0,58100</b>
12:20	0,60960	0,64590	0,65170	<b>0,63573</b>	0,57440	0,60480	0,60320	<b>0,59413</b>	0,57710	0,61870	0,62190	<b>0,60590</b>
12:30	0,62880	0,64270	0,65440	<b>0,64197</b>	0,60480	0,59890	0,60270	<b>0,60213</b>	0,60370	0,61920	0,62290	<b>0,61527</b>
12:40	0,39730	0,63950	0,65970	<b>0,56550</b>	0,38560	0,59040	0,60270	<b>0,52623</b>	0,38240	0,61810	0,63090	<b>0,54380</b>
12:50	0,52270	0,63310	0,64850	<b>0,60143</b>	0,49600	0,57440	0,58510	<b>0,55183</b>	0,50670	0,60640	0,61870	<b>0,57727</b>
13:00	0,60530	0,62670	0,65760	<b>0,62987</b>	0,58240	0,56270	0,59200	<b>0,57903</b>	0,58450	0,60160	0,62830	<b>0,60480</b>
13:10	0,38670	0,60960	0,65230	<b>0,54953</b>	0,38030	0,54930	0,60640	<b>0,51200</b>	0,38720	0,59040	0,64480	<b>0,54080</b>
13:20	0,16353	0,58880	0,60270	<b>0,45168</b>	0,17053	0,55520	0,58350	<b>0,43641</b>	0,17613	0,58830	0,62350	<b>0,46264</b>
13:30	0,33280	0,41600	0,31410	<b>0,35430</b>	0,40640	0,54510	0,59250	<b>0,51467</b>	0,41920	0,57810	0,63150	<b>0,54293</b>
13:40	0,42190	0,39570	0,50130	<b>0,43963</b>	0,54610	0,54080	0,62240	<b>0,56977</b>	0,56480	0,57650	0,66190	<b>0,60107</b>
13:50	0,36850	0,26193	0,12300	<b>0,25114</b>	0,59520	0,54030	0,13920	<b>0,42490</b>	0,61650	0,57070	0,14500	<b>0,44373</b>
14:00	0,43570	0,41390	0,26820	<b>0,37260</b>	0,52370	0,53490	0,30770	<b>0,45543</b>	0,54560	0,55730	0,31310	<b>0,47200</b>
14:10	0,23400	0,29230	0,08893	<b>0,20508</b>	0,32750	0,52750	0,09840	<b>0,31780</b>	0,34510	0,55090	0,10260	<b>0,33287</b>
14:20	0,31200	0,29120	0,33810	<b>0,31377</b>	0,42400	0,51790	0,51310	<b>0,48500</b>	0,44750	0,53810	0,53120	<b>0,50560</b>
14:30	0,25133	0,20327	0,12707	<b>0,19389</b>	0,48270	0,50880	0,17133	<b>0,38761</b>	0,51310	0,52750	0,18213	<b>0,40758</b>
14:40	0,39570	0,40270	0,51520	<b>0,43787</b>	0,44750	0,48210	0,49550	<b>0,47503</b>	0,48270	0,50400	0,51890	<b>0,50187</b>
14:50	0,43250	0,48850	0,49710	<b>0,47270</b>	0,40640	0,46030	0,46610	<b>0,44427</b>	0,43730	0,48110	0,48590	<b>0,46810</b>
15:00	0,35360	0,46670	0,47840	<b>0,43290</b>	0,32960	0,43410	0,43890	<b>0,40087</b>	0,36000	0,46130	0,46400	<b>0,42843</b>
15:10	0,38240	0,44430	0,46030	<b>0,42900</b>	0,21193	0,22793	0,29710	<b>0,24566</b>	0,38880	0,44050	0,44750	<b>0,42560</b>
15:20	0,35250	0,41970	0,42720	<b>0,39980</b>	0,22107	0,22713	0,18953	<b>0,21258</b>	0,35730	0,42130	0,41550	<b>0,39803</b>
15:30	0,32850	0,38880	0,38830	<b>0,36853</b>	0,25480	0,28480	0,24807	<b>0,26256</b>	0,33550	0,39200	0,37970	<b>0,36907</b>
15:40	0,30080	0,35570	0,31250	<b>0,32300</b>	0,14727	0,15000	0,16533	<b>0,15420</b>	0,31950	0,36430	0,36050	<b>0,34810</b>
15:50	0,25773	0,30880	0,21487	<b>0,26047</b>	0,10533	0,10187	0,19360	<b>0,13360</b>	0,28430	0,33710	0,32960	<b>0,31700</b>
16:00	0,08640	0,05247	0,07820	<b>0,07202</b>	0,24653	0,28590	0,28160	<b>0,27134</b>	0,26767	0,30880	0,29010	<b>0,28886</b>

# RADIAÇÃO SOLAR - VERÃO - ESTRUTURA A

HORÁRIO	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3			
	08/dez	09/dez	15/dez	média	08/dez	09/dez	15/dez	média	08/dez	09/dez	15/dez	média
08:00	0,01713	0,00927	0,01133	0,01258	0,01667	0,00973	0,00913	0,01184	0,01300	0,00580	0,00727	0,00869
08:10	0,01540	0,00873	0,02307	0,01573	0,01413	0,00867	0,02253	0,01511	0,00973	0,00527	0,02140	0,01213
08:20	0,02393	0,01447	0,02400	0,02080	0,02220	0,01427	0,02367	0,02005	0,01627	0,00933	0,02013	0,01524
08:30	0,01547	0,01053	0,01887	0,01496	0,01453	0,01027	0,01507	0,01329	0,00867	0,00740	0,01173	0,00927
08:40	0,01507	0,14313	0,03327	0,06382	0,01460	0,02787	0,01633	0,01960	0,00800	0,02647	0,01400	0,01616
08:50	0,01753	0,05213	0,04467	0,03811	0,01647	0,02560	0,03027	0,02411	0,00960	0,02853	0,03220	0,02344
09:00	0,01827	0,03073	0,01433	0,02111	0,01793	0,06747	0,00953	0,03164	0,01033	0,02527	0,00573	0,01378
09:10	0,01667	0,01707	0,02807	0,02060	0,01720	0,01773	0,04567	0,02687	0,01020	0,01213	0,02513	0,01582
09:20	0,01487	0,02313	0,03880	0,02560	0,01460	0,03713	0,11293	0,05489	0,00860	0,01760	0,02793	0,01804
09:30	0,01547	0,01413	0,02940	0,01967	0,01440	0,01440	0,02667	0,01849	0,00847	0,00787	0,02087	0,01240
09:40	0,01867	0,01607	0,01233	0,01569	0,01713	0,01600	0,00820	0,01378	0,01000	0,00913	0,00507	0,00807
09:50	0,02433	0,01640	0,03067	0,02380	0,02193	0,01467	0,02053	0,01904	0,01287	0,00867	0,01800	0,01318
10:00	0,02873	0,01813	0,34240	0,12975	0,02200	0,01773	0,03047	0,02340	0,01367	0,01013	0,03067	0,01816
10:10	0,02327	0,02387	0,01320	0,02011	0,02233	0,02353	0,00927	0,01838	0,01373	0,01373	0,00547	0,01098
10:20	0,03997	0,02147	0,02980	0,03031	0,03747	0,01993	0,02187	0,02642	0,02893	0,01140	0,01793	0,01942
10:30	0,02713	0,01807	0,03333	0,02618	0,02647	0,01880	0,03007	0,02511	0,01873	0,01080	0,02373	0,01775
10:40	0,04300	0,02160	0,03807	0,03422	0,04233	0,02120	0,03253	0,03202	0,02680	0,01233	0,02553	0,02155
10:50	0,02873	0,05347	0,02247	0,03489	0,02907	0,04633	0,01920	0,03153	0,01700	0,02940	0,01080	0,01907
11:00	0,02113	0,02527	0,02147	0,02262	0,02627	0,02580	0,02207	0,02471	0,01767	0,01373	0,01153	0,01431
11:10	0,03953	0,04260	0,01527	0,03247	0,06633	0,05320	0,01327	0,04427	0,21233	0,16060	0,00767	0,12687
11:20	0,03720	0,02853	0,01800	0,02791	0,13253	0,04347	0,01520	0,06373	0,02960	0,02567	0,00900	0,02142
11:30	0,03160	0,02313	0,03067	0,02847	0,18420	0,02820	0,04767	0,08669	0,02000	0,01227	0,01680	0,01636
11:40	0,03593	0,03427	0,01393	0,02804	0,10600	0,07587	0,01153	0,06447	0,01993	0,01747	0,00567	0,01436
11:50	0,10387	0,05140	0,04173	0,06567	0,14767	0,11467	0,05633	0,10622	0,02627	0,02647	0,01587	0,02287
12:00	0,05473	0,03733	0,06880	0,05362	0,37760	0,08893	0,19047	0,21900	0,02673	0,01973	0,02627	0,02424
12:10	0,05213	0,03220	0,01153	0,03195	0,15333	0,06947	0,00813	0,07698	0,02487	0,01573	0,00493	0,01518
12:20	0,03120	0,05047	0,03393	0,03853	0,07567	0,14500	0,09073	0,10380	0,01733	0,02740	0,01800	0,02091
12:30	0,02253	0,02300	0,04673	0,03075	0,02480	0,04020	0,24280	0,10260	0,01140	0,01280	0,02347	0,01589
12:40	0,02320	0,03640	0,04773	0,03578	0,02580	0,05207	0,05880	0,04556	0,01260	0,01993	0,02473	0,01909
12:50	0,02153	0,02353	0,04660	0,03055	0,02307	0,02220	0,04893	0,03140	0,01200	0,01153	0,02387	0,01580
13:00	0,05473	0,02780	0,05333	0,04529	0,16033	0,02980	0,13413	0,10809	0,03640	0,01580	0,03207	0,02809
13:10	0,04747	0,05660	0,04187	0,04865	0,08460	0,08200	0,05133	0,07264	0,03847	0,04880	0,04827	0,04518
13:20	0,01980	0,02100	0,04420	0,02833	0,02020	0,01633	0,09640	0,04431	0,01307	0,01047	0,03527	0,01960
13:30	0,03753	0,05713	0,04200	0,04555	0,04953	0,09060	0,05907	0,06640	0,02853	0,04580	0,03960	0,03798
13:40	0,03587	0,03360	0,04220	0,03722	0,04027	0,04700	0,04260	0,04329	0,05680	0,02667	0,02820	0,03722
13:50	0,02053	0,04633	0,03687	0,03458	0,01913	0,04313	0,03027	0,03084	0,01693	0,03653	0,02327	0,02558
14:00	0,04927	0,03040	0,03933	0,03967	0,04287	0,02627	0,03060	0,03325	0,03267	0,01847	0,02213	0,02442
14:10	0,05867	0,02380	0,02460	0,03569	0,03947	0,01853	0,01900	0,02567	0,04167	0,01107	0,01020	0,02098
14:20	0,03187	0,01240	0,05507	0,03311	0,01640	0,01167	0,03620	0,02142	0,01093	0,00640	0,02287	0,01340
14:30	0,32270	0,00833	0,02860	0,11988	0,03480	0,00800	0,01853	0,02044	0,03647	0,00440	0,01067	0,01718
14:40	0,26320	0,01527	0,16367	0,14738	0,03560	0,01187	0,03973	0,02907	0,03267	0,00680	0,02267	0,02071
14:50	0,27120	0,01220	0,06453	0,11598	0,03107	0,01327	0,02300	0,02245	0,06560	0,00747	0,01820	0,03042
15:00	0,29230	0,02113	0,16553	0,15965	0,04333	0,01713	0,03300	0,03115	0,05700	0,00993	0,03540	0,03411
15:10	0,27187	0,06627	0,13180	0,15665	0,04527	0,01993	0,03080	0,03200	0,13553	0,01827	0,03813	0,06398
15:20	0,05573	0,01173	0,24500	0,10415	0,02047	0,01113	0,04627	0,02596	0,02073	0,00627	0,09460	0,04053
15:30	0,14393	0,00907	0,09380	0,08227	0,13200	0,00860	0,04880	0,06313	0,02920	0,00480	0,03693	0,02364
15:40	0,05447	0,01120	0,05200	0,03922	0,08713	0,01047	0,11433	0,07064	0,02527	0,00540	0,02100	0,01722
15:50	0,03773	0,01540	0,03400	0,02904	0,10560	0,01120	0,04727	0,05469	0,01667	0,00633	0,01133	0,01144
16:00	0,03927	0,04100	0,04400	0,04142	0,05400	0,05920	0,08407	0,06576	0,01667	0,01660	0,01573	0,01633

# RADIÇÃO SOLAR - VERÃO - ESTRUTURA B

HORÁRIO	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3			
	16/dez	17/dez	18/dez	média	16/dez	17/dez	18/dez	média	16/dez	17/dez	18/dez	média
08:00	0,15540	0,09440	0,10240	0,11740	0,29760	0,26833	0,30130	0,28908	0,54190	0,50350	0,51950	0,52163
08:10	0,20620	0,17133	0,17460	0,18404	0,34190	0,36370	0,38080	0,36213	0,57710	0,53550	0,53870	0,55043
08:20	0,21173	0,22547	0,23567	0,22429	0,21373	0,24467	0,23713	0,23184	0,61490	0,55570	0,55250	0,57437
08:30	0,08960	0,14920	0,13947	0,12609	0,23020	0,21560	0,19353	0,21311	0,64690	0,60800	0,58080	0,61190
08:40	0,08860	0,11187	0,10233	0,10093	0,30080	0,32530	0,33920	0,32177	0,68160	0,63150	0,60590	0,63967
08:50	0,09767	0,08200	0,07827	0,08598	0,29170	0,33070	0,28800	0,30347	0,76270	0,63040	0,63520	0,67610
09:00	0,12373	0,10307	0,09987	0,10889	0,25607	0,31520	0,24227	0,27118	0,77440	0,67150	0,69120	0,71237
09:10	0,09567	0,07727	0,08140	0,08478	0,23353	0,20093	0,23440	0,22295	0,74830	0,69390	0,69710	0,71310
09:20	0,09607	0,08373	0,08067	0,08682	0,18460	0,26427	0,21347	0,22078	0,74610	0,74290	0,72750	0,73883
09:30	0,12447	0,09327	0,09493	0,10422	0,19533	0,24460	0,23740	0,22578	0,78080	0,76270	0,76530	0,76960
09:40	0,11067	0,09820	0,10980	0,10622	0,17407	0,20640	0,23740	0,20596	0,74400	0,81120	0,80370	0,78630
09:50	0,09520	0,08327	0,08400	0,08749	0,14720	0,19113	0,25153	0,19662	0,85280	0,78880	0,83690	0,76017
10:00	0,11880	0,10493	0,09333	0,10569	0,23947	0,23173	0,23793	0,23638	0,93170	0,83470	0,85550	0,87397
10:10	0,12027	0,08380	0,08487	0,09631	0,19280	0,19733	0,18453	0,19155	0,70350	0,85170	0,88270	0,81263
10:20	0,10393	0,11247	0,10413	0,10684	0,11747	0,20280	0,19953	0,17327	0,83840	0,83520	0,91250	0,86203
10:30	0,10280	0,10400	0,11667	0,10782	0,14047	0,11860	0,11440	0,12449	0,91090	0,83470	0,93010	0,89190
10:40	0,13740	0,11467	0,10260	0,11822	0,11147	0,11507	0,11740	0,11465	0,90190	0,89010	0,90510	0,89903
10:50	0,23973	0,27570	0,29280	0,26941	0,14453	0,12753	0,15193	0,14133	0,92690	0,88270	0,91520	0,90827
11:00	0,11580	0,23827	0,20420	0,18609	0,25047	0,18640	0,21420	0,21702	0,92690	0,90350	0,89600	0,90880
11:10	0,09647	0,11173	0,10373	0,10398	0,22727	0,27680	0,18773	0,23060	0,92640	0,95570	0,88590	0,92267
11:20	0,11120	0,10840	0,10080	0,10680	0,34350	0,27520	0,31040	0,30970	0,93920	0,91410	0,90770	0,92033
11:30	0,13220	0,14520	0,14140	0,13960	0,19187	0,26760	0,28480	0,24809	0,93280	0,91570	0,91470	0,92107
11:40	0,15627	0,13067	0,16293	0,14996	0,15880	0,16267	0,12933	0,16027	0,94190	0,93870	0,93440	0,93833
11:50	0,12947	0,20260	0,13780	0,15662	0,19700	0,22493	0,18040	0,20078	0,99360	0,97440	0,95520	0,97440
12:00	0,23320	0,24813	0,21247	0,23127	0,12013	0,12833	0,10873	0,11906	1,00370	0,97390	1,01170	0,99643
12:10	0,44160	0,31310	0,31730	0,35733	0,18900	0,13073	0,10480	0,14151	1,00430	0,94240	1,01280	0,98650
12:20	0,32530	0,41970	0,39570	0,38023	0,18880	0,16933	0,18807	0,18207	1,00800	0,96110	0,99680	0,98863
12:30	0,33970	0,34830	0,34290	0,34363	0,12680	0,14220	0,17087	0,14662	0,83890	0,99630	0,99410	0,94310
12:40	0,41560	0,42450	0,45390	0,43130	0,17633	0,19933	0,16573	0,18046	1,01390	0,97120	0,96050	0,98187
12:50	0,17220	0,47330	0,28160	0,30903	0,11280	0,16273	0,16153	0,14569	0,99790	0,93650	1,02510	0,98650
13:00	0,52630	0,28120	0,31040	0,37230	0,19393	0,16673	0,17393	0,17820	1,04750	0,99890	1,00320	1,01653
13:10	0,71360	0,35030	0,25333	0,43908	0,18773	0,09167	0,08953	0,12298	1,07410	0,44050	0,45600	0,65687
13:20	0,72630	0,71251	0,74130	0,72637	0,20153	0,18587	0,21093	0,19944	1,02930	0,97870	1,06080	1,02293
13:30	0,69870	0,68935	0,66030	0,68278	0,17740	0,16567	0,16627	0,16978	1,04050	0,93390	1,00800	0,99413
13:40	0,41170	0,60320	0,57070	0,52853	0,22633	0,10307	0,19367	0,17436	1,00270	0,41120	1,00850	0,80747
13:50	0,54670	0,54292	0,45490	0,51484	0,30830	0,27890	0,27360	0,28693	0,97970	0,99470	0,96270	0,97903
14:00	0,40690	0,51451	0,36910	0,43017	0,29010	0,25147	0,26807	0,26921	1,01810	0,77280	0,86450	0,88513
14:10	0,39250	0,40124	0,31410	0,36928	0,35520	0,26813	0,25740	0,29358	1,02930	0,96910	0,94080	0,97973
14:20	0,16307	0,26780	0,34610	0,25899	0,19553	0,49490	0,48960	0,39334	0,42450	0,89280	0,91840	0,74523
14:30	0,45870	0,10250	0,43360	0,33160	0,50080	0,13053	0,44000	0,35711	0,81280	0,30240	0,80210	0,63910
14:40	0,32800	0,43250	0,43730	0,39927	0,37070	0,44050	0,39840	0,40320	0,80750	0,81650	0,78450	0,80283
14:50	0,15760	0,39910	0,19660	0,25110	0,33280	0,34770	0,29970	0,32673	0,79630	0,85710	0,66770	0,77370
15:00	0,08960	0,17694	0,06887	0,11180	0,27630	0,28960	0,09800	0,22130	0,83730	0,69600	0,31790	0,61707
15:10	0,09613	0,12750	0,09827	0,10697	0,15933	0,20433	0,20287	0,18884	0,79310	0,77810	0,72370	0,76497
15:20	0,09453	0,09345	0,10507	0,09768	0,17267	0,13320	0,15240	0,15276	0,76110	0,72640	0,67250	0,72000
15:30	0,10613	0,07587	0,09613	0,09238	0,23733	0,12220	0,20347	0,18767	0,72430	0,43680	0,65600	0,60570
15:40	0,09527	0,10253	0,09707	0,09829	0,37440	0,29970	0,31570	0,32993	0,69120	0,69170	0,63360	0,67217
15:50	0,13687	0,09765	0,14580	0,12677	0,20813	0,30560	0,28530	0,26634	0,52210	0,64910	0,59840	0,58987
16:00	0,08660	0,15250	0,09380	0,11097	0,28640	0,35680	0,34510	0,32943	0,51520	0,63250	0,56750	0,57173

# RADIAÇÃO SOLAR - VERÃO - ESTRUTURA C

HORÁRIO	PONTO 1				PONTO 2				PONTO 3			
	19/dez	20/dez	21/dez	média	19/dez	20/dez	21/dez	média	19/dez	20/dez	21/dez	média
08:00	0,50880	0,53970	0,51570	<b>0,52140</b>	0,55470	0,57600	0,46990	<b>0,53353</b>	0,54190	0,54720	0,50450	<b>0,53120</b>
08:10	0,55840	0,56050	0,55150	<b>0,55680</b>	0,60210	0,58720	0,57650	<b>0,58860</b>	0,58990	0,56850	0,54770	<b>0,56870</b>
08:20	0,59250	0,59040	0,58610	<b>0,58967</b>	0,63630	0,60750	0,61710	<b>0,62030</b>	0,62080	0,59630	0,58190	<b>0,59967</b>
08:30	0,62560	0,62290	0,60480	<b>0,61777</b>	0,67150	0,64160	0,61970	<b>0,64427</b>	0,66190	0,63310	0,59410	<b>0,62970</b>
08:40	0,65870	0,65920	0,63250	<b>0,65013</b>	0,67570	0,67310	0,66720	<b>0,67200</b>	0,66030	0,66880	0,62610	<b>0,65173</b>
08:50	0,67790	0,71090	0,65970	<b>0,68283</b>	0,69070	0,73440	0,68750	<b>0,70420</b>	0,67840	0,72270	0,65600	<b>0,68570</b>
08:00	0,69600	0,47040	0,69010	<b>0,61883</b>	0,69710	0,47360	0,72160	<b>0,63077</b>	0,69230	0,47360	0,68800	<b>0,61797</b>
09:10	0,72320	0,69600	0,72690	<b>0,71637</b>	0,74770	0,71730	0,75570	<b>0,74023</b>	0,72960	0,72430	0,71680	<b>0,72357</b>
09:20	0,75630	0,80960	0,77390	<b>0,77993</b>	0,78720	0,80640	0,79570	<b>0,79643</b>	0,77330	0,79730	0,75880	<b>0,77650</b>
09:30	0,79090	0,83950	0,79360	<b>0,80800</b>	0,82080	0,85120	0,81970	<b>0,83057</b>	0,79950	0,84050	0,78240	<b>0,80747</b>
09:40	0,83040	0,85170	0,81280	<b>0,83163</b>	0,86190	0,86030	0,81870	<b>0,84697</b>	0,84320	0,84750	0,78670	<b>0,82580</b>
09:50	0,84910	0,86770	0,85760	<b>0,85813</b>	0,85600	0,86350	0,85120	<b>0,85690</b>	0,84050	0,85650	0,82880	<b>0,84193</b>
10:00	0,87090	0,90450	0,88530	<b>0,88690</b>	0,86720	0,89810	0,88000	<b>0,88177</b>	0,86240	0,88590	0,84160	<b>0,86330</b>
10:10	0,85600	0,92370	0,91200	<b>0,89723</b>	0,82990	0,90880	0,88960	<b>0,87610</b>	0,83360	0,90030	0,87680	<b>0,87023</b>
10:20	0,90080	0,94400	0,93010	<b>0,92497</b>	0,86880	0,91840	0,88850	<b>0,89190</b>	0,87360	0,91040	0,88750	<b>0,89050</b>
10:30	0,92000	0,96590	0,95950	<b>0,94847</b>	0,88000	0,94350	0,92370	<b>0,91573</b>	0,88160	0,93330	0,91890	<b>0,91127</b>
10:40	0,96160	0,99040	0,97230	<b>0,97477</b>	0,93120	0,95630	0,92160	<b>0,93637</b>	0,92050	0,95090	0,91790	<b>0,92977</b>
10:50	0,98130	0,99250	0,98290	<b>0,98557</b>	0,97870	0,94560	0,93230	<b>0,95220</b>	0,96110	0,94720	0,93070	<b>0,94633</b>
11:00	0,99250	1,01760	0,99890	<b>1,00300</b>	0,97760	0,98400	0,95570	<b>0,97243</b>	0,96750	0,97710	0,93760	<b>0,96073</b>
11:10	1,01650	1,02510	1,00210	<b>1,01457</b>	0,97490	0,97440	0,93070	<b>0,96000</b>	0,96690	0,97390	0,94510	<b>0,96197</b>
11:20	1,00640	1,02450	1,01870	<b>1,01653</b>	0,91470	0,98400	0,94930	<b>0,94933</b>	0,93330	0,97650	0,96320	<b>0,95767</b>
11:30	1,02510	1,03790	1,02720	<b>1,03007</b>	0,99150	1,00270	0,96750	<b>0,98723</b>	0,98240	0,99150	0,98030	<b>0,98473</b>
11:40	1,02990	1,04050	1,03520	<b>1,03520</b>	0,97280	0,97810	0,96050	<b>0,97047</b>	0,98030	0,98560	0,97760	<b>0,98117</b>
11:50	1,03520	1,01650	1,03790	<b>1,02987</b>	0,97760	0,94030	0,96320	<b>0,96037</b>	0,98080	0,94080	0,97390	<b>0,96517</b>
12:00	1,04050	1,01710	1,02720	<b>1,02827</b>	1,00320	0,91630	0,94610	<b>0,95520</b>	1,00050	0,94130	0,96640	<b>0,96940</b>
12:10	1,04800	1,01710	1,02670	<b>1,03060</b>	1,00270	0,96270	0,95890	<b>0,97477</b>	1,00110	0,95630	0,97970	<b>0,97903</b>
12:20	1,04910	1,03410	1,04160	<b>1,04160</b>	0,99310	0,97760	0,95410	<b>0,97493</b>	0,99790	0,98080	0,98130	<b>0,98667</b>
12:30	1,03790	1,00850	1,03950	<b>1,02863</b>	0,92800	0,92910	0,96800	<b>0,94170</b>	0,96270	0,96050	0,99570	<b>0,97297</b>
12:40	1,01810	1,02720	1,03840	<b>1,02790</b>	0,90830	0,94770	0,96640	<b>0,94080</b>	0,93490	0,95790	0,98030	<b>0,95770</b>
12:50	1,04480	1,02610	1,02560	<b>1,03217</b>	0,94030	0,95890	0,94510	<b>0,94810</b>	0,97330	0,96590	0,97120	<b>0,97013</b>
13:00	1,04960	1,02560	1,03890	<b>1,03803</b>	0,97280	0,92210	0,95470	<b>0,94987</b>	0,98610	0,94560	0,98400	<b>0,97190</b>
13:10	1,06560	1,02350	1,00530	<b>1,03147</b>	0,99410	0,93920	0,91840	<b>0,95057</b>	1,03200	0,95200	0,95360	<b>0,97920</b>
13:20	0,74400	1,02400	1,03410	<b>0,93403</b>	0,67470	0,95470	0,94400	<b>0,85780</b>	0,67890	0,96000	0,95840	<b>0,86577</b>
13:30	1,04480	1,00210	1,05650	<b>1,03447</b>	0,97070	0,93760	0,94880	<b>0,95237</b>	0,97760	0,94290	0,97920	<b>0,96657</b>
13:40	0,97870	0,99090	0,88640	<b>0,95200</b>	0,91090	0,91200	0,81810	<b>0,88033</b>	0,92210	0,92050	0,84160	<b>0,89473</b>
13:50	0,97010	0,97170	0,65650	<b>0,86610</b>	0,89440	0,88050	0,59520	<b>0,79003</b>	0,90670	0,90290	0,60960	<b>0,80640</b>
14:00	0,97010	0,95950	0,96640	<b>0,96533</b>	0,87150	0,85120	0,91680	<b>0,87983</b>	0,89920	0,87890	0,94400	<b>0,90737</b>
14:10	0,99410	0,94830	0,27470	<b>0,73903</b>	0,88850	0,80910	0,25793	<b>0,65184</b>	0,91150	0,85550	0,27013	<b>0,67904</b>
14:20	0,53490	0,92530	0,92000	<b>0,79340</b>	0,48480	0,77970	0,85390	<b>0,70613</b>	0,52370	0,83950	0,88110	<b>0,74810</b>
14:30	0,84960	0,91250	0,92530	<b>0,89580</b>	0,74610	0,75840	0,83680	<b>0,78043</b>	0,77280	0,81330	0,87730	<b>0,82113</b>
14:40	0,92640	0,88690	0,89280	<b>0,90203</b>	0,78190	0,72480	0,80320	<b>0,76997</b>	0,81010	0,77920	0,84370	<b>0,81100</b>
14:50	0,83200	0,84050	0,87790	<b>0,78347</b>	0,55730	0,69170	0,77170	<b>0,67357</b>	0,59410	0,73330	0,81280	<b>0,71340</b>
15:00	0,82450	0,81280	0,86720	<b>0,83483</b>	0,68430	0,67200	0,74400	<b>0,70010</b>	0,70560	0,70670	0,78130	<b>0,73120</b>
15:10	0,80210	0,76530	0,83200	<b>0,79980</b>	0,65600	0,63890	0,72960	<b>0,67483</b>	0,67250	0,66350	0,75630	<b>0,69743</b>
15:20	0,75090	0,75630	0,77440	<b>0,76053</b>	0,62130	0,66030	0,66450	<b>0,64870</b>	0,62880	0,67520	0,69330	<b>0,66577</b>
15:30	0,71950	0,71730	0,77440	<b>0,73707</b>	0,63150	0,65010	0,68960	<b>0,65707</b>	0,62880	0,64910	0,73120	<b>0,66970</b>
15:40	0,68640	0,66400	0,71200	<b>0,68747</b>	0,60850	0,61650	0,64270	<b>0,62257</b>	0,60850	0,62080	0,66720	<b>0,63217</b>
15:50	0,63200	0,63250	0,68640	<b>0,65030</b>	0,57440	0,58830	0,63680	<b>0,59983</b>	0,57170	0,60690	0,66930	<b>0,61597</b>
16:00	0,60910	0,63520	0,66290	<b>0,63573</b>	0,56050	0,57120	0,58130	<b>0,57100</b>	0,56430	0,60210	0,61870	<b>0,59503</b>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEBAYO, Y. R. Heat-island in a humid tropical city and its relationship with potencial evaporation, *Theoretical and Applied Climatology*, v. 43, p. 137-147, 1991.
- AHMED, Khandaker Shabbir . Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments. In: PLEA, 2000, Cambridge. *Anais...* Cambridge: James & James, 2000. p. 571-576.
- AROSZTEGUI, José Miguel . Cuantificacion del impacto de las sombras de los edificio. In: ENCONTRO NACIONAL NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3, ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1, 1995, Gramado. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 1995. p. 341-346.
- ASSIS, Eleonora Sad de. Avaliação da influência do uso e ocupação do solo urbano sobre a formação da ilha de calor na cidade de Belo Horizonte, MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1, 1990, Gramado. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 1991. p. 53-57.
- ASSIS, Eleonora Sad de. **Impactos da forma urbana na mudança climática: método para a previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano.** São Paulo, 2000. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.



- AWBI, H. B. **Ventilation of buildings**. London: E & FN Spon, 1991. 313p.
- BARDOU, P., ARZOUMANIAN, V. **Sol y Arquitectura**. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 1984. 171p.
- BARTH, Flávio Terra et al. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel, ABRH, 1987 (Coleção ABRH de recursos hídricos)
- BERNATZKY, Aloys. The contribution of trees and green spaces to a town climate. **Energy and Building**, v. 5, p. 1-10, 1982.
- BRASIL, LEI nº4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal.
- BRASIL, LEI Nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.
- BRASIL, LEI Nº 7803, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº4771.
- BRASIL, LEI Nº 8171, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a política agrícola.
- BRASIL, RESOLUÇÃO CONAMA Nº 004, de 18 de setembro de 1985. Estabelece definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas.
- BUENO, Carolina Lotufo. **Estudo da Atenuação da Radiação Solar Incidente por Diferentes Espécies Arbóreas**. Campinas, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Área Saneamento e Ambiente) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas.
- BUENO, Carolina Lotufo, LABAKI, Lucila Chebel, SANTOS, Rozely Ferreira dos. Caracterização das espécies arbóreas e sua contribuição para o conforto térmico urbano do sub-distrito de Barão Geraldo, Campinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: FAUFBA, LACAM-ANTAC, 1997. p. 93-96.

- CAMPINAS (Município). **Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, 1996.** Plano de Gestão da Área de Proteção Ambiental da Região de Sousa e Joaquim Egílio — APA Municipal. Campinas: SEPLAMA — PMC, 197p.
- CANTON, M. A., CORTEGOSO, J. L., de ROSA, C. Solar permeability of urban trees in cities of western Argentina. **Energy and buildings**, v. 20, n. 3, p. 219-230, 1994.
- CASTRO, Larissa Lemos Fonseca de Lima e. **Estudo de Parâmetros de Conforto Térmico em áreas inseridas no ambiente urbano.** Campinas, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Área de Saneamento e Ambiente) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas.
- DELTA-T DEVICES. **Tube solarimeter user manual.** London, 1993. 20p.
- DUFFIE, J. A., BECKMAN, W. A. **Solar Engineering of Thermal Processes.** New York: John Wiley & Sons, 1980.
- FANGER, P. O. **Thermal Comfort.** New York: McGraw-Hill, 1970.
- FONTES, Maria S. G. de Castro, MATTOS, Arthur. Investigação climática em áreas de fundo de vale, na cidade de São Carlos/SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: FAUFBA, LACAM-ANTAC, 1997. p.81-86
- FORWOOD, Bruce, TADEPALLI, Srinivas, HAYMAN, Simon . Modeling Thermal Adaptation and Thermal Preferences in Outdoor Urban Environment. In: PLEA, 2000. **Anais...** Cambridge: PLEA, 2000 p. 577-580.
- FRANÇA, J.T., POGGIANI, F. Variação do microclima em áreas com diferentes idades de sucessão secundária na Floresta Nacional do Jamarí-RO. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3, 1996, Brasília. **Anais...** Brasília, 1996 p. 422-423.

- FROTA, Anésia Barros, SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. 3.ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999. 243p.
- GEIGER, Rudolf. **The climate near the ground**. London: Harward university press, 1975.
- GIVONI, B. The influence of work and environmental conditions on the physiological responses and thermal equilibrium of man. In: SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL PHYSIOLOGY AND PSYCHOLOGY IN ARID CONDITIONS, Lucknow, Índia. **Anais...** Lucknow: UNESCO, 1962. p. 199-204.
- GIVONI, B. **Man, Climate and Architecture**. 2.ed. London: Applied Science, 1981. 483p.
- GIVONI, B., NOGUCHI, M. Issues in outdoor comfort research. In: PLEA, 2000, Cambridge. **Anais...** Cambridge: James & James, 2000. p. 562 – 565.
- HASENACK, Heinrich, BECKE, Vera Luise. Distribuição noturna da temperatura em Porto Alegre, RS, utilizando métodos móveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1, 1990, Gramado. **Anais...** Porto Alegre: Antac, 1991. p.139-145.
- HEISLER, G.M. **Redutions of solar radiation by tree crowns**. 1982 p. 133-138.
- HEISLER, G. M.; HALLVERSON, H.G.; ZISA, R.P. **Solar radiation measurements crowns of open-grown tree**. p.162-165, 1986.
- HÖPPE, P. Die Energiebilanz des Menschen. **Wiss. Mitt. Meteor. Inst. Univ. München**, n. 49, 1984.
- HUMPHREYS, M. A. Field studies of thermal comfort compared and applied. **BRE Current Paper**, 76/75. Londres, UK.
- IZARD, J. L., GUYOT, A. **Arquitectura Bioclimática**. Barcelona: Gustavo Gilli, 1983. 191p.

- JENDRITZKY, G. & NÜBLER. A model analysing the urban thermal environment in physiologically significant terms. **Arch. Met. Geoph. Biokl.**, n. 29, ser. B, p. 313-326, 1981.
- KATZSCHNER, Lutz . Urban climate maps – a tool for calculations of thermal conditions in outdoor spaces. In: PLEA, 2000, Cambridge. **Anais...** Cambridge: James & James, 2000. p. 453 - 458.
- KOENIGSBERGER, O.H. et alli. Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales. Madrid: Paraninfo, 1977. 19-63.
- LABAKI, Lucila Chebel. **Anotações de conforto térmico**. Curso apostilado, Departamento de Construção Civil, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 1995.
- LABAKI, Lucila Chebel, SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Conforto térmico em cidades: efeito da arborização no controle da radiação solar**. Projeto FAPESP. Departamento de Hidráulica e Saneamento, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP. Fev. 1996.
- LECHNER, N. **Heating, Cooling, Lighthing** – Design Methods for Architects. New York: Wiley, 1990. 524p.
- LOMBARDO, Magda Adelaide. **A ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.
- LOMBARDO, Magda Adelaide. **A ilha de calor de São Paulo**. São Paulo: Ambiente, v.2, n.1 p.14-18, 1988.
- LUTRON Eletronic Enterprise Co. Ltd. **Hot wire anemometer**. Taipei, [199-]. 11 p.
- MASCARÓ, Lúcia. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra, DC Luzzato, 1996.
- MAYER, H., HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 38, p. 43-49, 1987.

- MORGAN, D. L. & BASKETT, R. I. Comfort of man in the city: an energy balance model of man-environment coupling, **International Journal of Biometeorology**, v. 18, p. 184-198, 1974.
- NAKAGAWA, K. Recent trends of urban climatological studies in Japan, with special emphasis on the thermal environments of urban areas. **Geographical Review of Japan**, n. 69B, p. 206-224, 1996.
- NIKOLOPOULOU, Marialena, STEEMERS, Koen . Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. In: PLEA, 2000. **Anais...** Cambridge: PLEA, 2000 p. 565-570.
- PARK, H. S. Features of the heat island in Seoul and its surrounding cities. **Atmospheric Environmental**, n. 20, 1986, p. 1859-1866.
- PEIXOTO, Maria Clara, LABAKI, Lucila C., SANTOS, Rozely F. Conforto térmico em cidades: o efeito da arborização no controle da radiação solar. In: ENTAC 95 - TECNOLOGIA E QUALIDADE NA HABITAÇÃO, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 1995. p. 629-634.
- REICHARDT, Klaus. Relações água-solo-plantas em mata ciliar. In: SIMPÓSIO MATA-CILIAR, 1984, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.20-24.
- RIVERO, R. **Arquitetura e clima: condicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C. Luzzatto, 1986.
- ROMERO, Maria Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Projeto, 1988. 128p.
- RUAS, Álvaro César. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho**. São Paulo: Fundacentro, 1999. 94 p.
- SANCHONETE, Maria do Carmo C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2,

- ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA 5, São Luís. **Anais...** São Luís: 1994. p. 15-26.
- SATTTLER, Miguel Aloysio. Medições de campo da transmissão da radiação solar através das árvores. In ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1, 1990, Gramado. **Anais...** Porto Alegre: Antac, 1991. p. 93-96.
- SILVA, Iran J. O. da et al. Redução da carga térmica de radiação através do sombreamento natural. In: CONGRESSO ARGENTINO DE INGENIERIA RURAL, 4, CONGRESSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA RURAL, 2, 1996, Neuquen. **Memórias...** Neuquen: Universidade Nacional de La Plata, INTA Centro Regional Patagonia Norte, 1996. p. 799-807.
- SPURR, S. H.; BARNES, B. V. **Ecologia Vegetal**. México: AGT edition AS, 1980. 690p.
- TAHA, Haider. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. **Energy and buildings**. v. 25 ELSEVIER, 1997 p. 99-103.
- THOMAZIELLO, Sueli. **Planejamento ambiental e alternativas à conservação de florestas urbanas. Estudo de caso: Mata Ribeirão Cachoeira – Campinas, SP** Dissertação de Mestrado – Área Saneamento e Ambiente, Faculdade de engenharia Civil, 1998 123p.
- TOPPING, J. **Errors of observations and their tretment**. 4a. ed. London: Science paperbacks, 1972. 120p.
- YAMADA, H. MURATA, Y. NAKAURA, M. Study on the distribution of air temperature and the air humidity in Nagano city and the effect of open spaces on the city climate. **Zoen-zassi** (Jounarl og Japanese Institute of Landscape Architects), n. 55, 1992. p. 291-308.

## **ABSTRACT**

LÓIS, Érika. Variables Related to Thermal Comfort in Ripareous Areas along Water Bodies.

This work consists of a study of the climatic variables related to thermal comfort in three different arboreous structures along Ribeirão Cachoeira, District of Sousas, Municipal District of Campinas, SP. Taking as starting point the hypothesis that the ripareous forest greatly influence the re-establishment of the appropriate conditions of thermal comfort, in this study the selection, quantification and analysis of the environmental variables involved in thermal comfort of outdoor spaces was carried out. Collected data were the attenuation of the solar radiation, ambient and globe temperatures, relative humidity and wind speed, in an area of dense forest, the second one degraded and the third one in open space. The results corroborate the importance of the vegetation, together with the water bodies, in the improvement of the environment, as related to ambient temperature and to relative humidity, which can show great influence in the analysis of thermal comfort.

Keywords: thermal comfort, climatic variables, ripareous vegetation, water bodies.

## APÊNDICE A - Critério de conforto de Fanger

Devido à grande dificuldade que envolve a condução de experimentos para se determinar índices de conforto ambiental, a maioria das hipóteses fica restrita a indivíduos em atividade sedentária, vestidos com roupas leves. Isto inviabiliza a faixa de aplicação desses índices além daquela coberta experimentalmente.

Segundo AWBI (1991), FANGER (1970) aproximou-se de um índice ambiental universal partindo do princípio que uma pessoa sente sua própria temperatura e não a do ambiente.

FANGER (1970) estabeleceu um método para determinação das condições de conforto térmico a partir da equação de balanço térmico do corpo. Ele estipulou três requisitos para atingir o conforto térmico:

- a variação da energia interna é nula sob condições de neutralidade térmica e;
- o conforto térmico é caracterizado por dois parâmetros fisiológicos: a temperatura média da pele e o calor eliminado por evaporação do suor, na zona de regulação contra o calor. Quanto maior a atividade, menor deve ser a temperatura da pele em condições de neutralidade térmica, ao passo que a taxa de evaporação do suor deve ser maior.

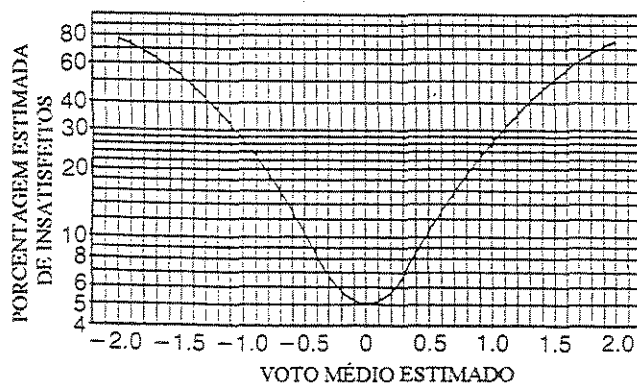
Através da expansão da expressão do balanço térmico, para quatro atividades diferentes e levando-se em consideração os votos de sensações térmicas de mais de 1300 pessoas, fornecidos em uma escala de sete pontos (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3), desde muito frio até



muito quente, Fanger elaborou uma equação que permite obter a sensação térmica para qualquer combinação das variáveis ambientais e pessoais de conforto. Como as sensações foram obtidas mediante a média dos votos da sensação térmica, ele as denominou Voto Médio Estimado (VME).

A partir da análise de seus dados experimentais, Fanger propôs uma correlação entre a porcentagem de pessoas insatisfeitas com o ambiente térmico e o voto médio estimado. Esta taxa foi chamada de porcentagem estimada de insatisfeitos (PEI). A figura abaixo mostra uma curva simétrica com um valor mínimo de 5% correspondendo à menor porcentagem de indivíduos insatisfeitos, mesmo em um ambiente ideal (AWBI, 1991)

O índice de conforto de Fanger, apesar de ser o mais abrangente e produzir bons resultados para as condições padrões de atividade sedentária e vestimenta leve (representando as condições nas quais os dados experimentais foram obtidos), não é tão satisfatório em condições mais extremas de atividade e vestimenta pesada.



Porcentagem estimada de insatisfeitos (PEI) em função do voto médio estimado (VME)

Fonte: AWBI, 1991:12